Szabó László

A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata a VEAB régióban

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA (VEAB)

1989-ben meghirdetett pályázatán

I. DÍJBAN

részesített pályamű

Veszprém, 1989

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
Veszprémi Akadémiai Bizottsága
Veszprém, Vár u. 37.
Postacím: Veszprém, Pf.: 178. –8201
Telefon: 26–100, 28–859. Telex: 32–515

........................../19 .... szám. ....

Előadó: ....

Tárgy: ....

....

Hiv. szám: ..../Mell. ....

Ügyintéző: ....

Dr.Szabó László
Veszprém

Kedves Pályázónk !

Örömmel értesitem, hogy tanulmánya az MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság 1989. évi pályázatán

I.dijat 2o.ooo.- forintot

nyert.A lektori véleményeket mellékelten megküldjük.

Kérem. sziveskedjék az alábbi adatokat postafordultával közölni, mivel a pályadij személyi jövödelem adó alá esik.

Név:
Leánykori név:
Lakóhely:
Személyi szám:
Főfoglalkozásu munkahely:

Ha a pályázata team munka, kérjük sziveskedjék azt is közölni, hogy a dijat milyen arányban kivánják megosztani.

Kérem, hogy 1989. december 9-én /szombaton/ a Hotel Jutas nagy elöadótermében /Veszprém, Felszabadulás u. 18/2/ 10 órakor megjelenni és az első két sorban helyet foglalni sziveskedjék.

Veszprém, 1989. november 6.



Dr. Salánki János
akadémikus, a VEAB elnöke

OKLEVÉL

Dr. Szabó László



„Semmi sem áll csendesen a világon,
még a nap systémák is mozognak, —
tehát csak Magyarország álljon s
vesztegeljen mozdulatlan?
Nem nevetséges törekvés-e ez?
Istenért! Nyissuk fel szemeinket,
vegyük hasznát eszünknek.
Minekünk is mozdulnunk kell,
akár akarjuk, akár nem
s nehogy hátrafelé nyomassunk,
lépjünk inkább előre"

(Széchenyi István: Hitel, 1830.)

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA

1989. ÉVBEN

BENYÚJTOTT PÁLYÁZATÁT

I. DÍJBAN

RÉSZESÍTETTE



AKADÉMIKUS
A VEAB ELNÖKE

VEAB Biológiai Szakbizottságának
elnöki állásfoglalása az
1989. évi pályázatról

Jelige	1. szaklektor	2. szaklektor	elnök
Leptinotarsa decemlineata	I. díj	I. díj	I. díj

Lektori vélemény

Jelige: Leptinotarsa decemlineata
"A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say.) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata a VEAB régióban",
című pályamunkáról.

A hazai növényvédelmi rovartan egyik legelhanyagoltabb területe a kártevők inszekticidek rezisztenciájának vizsgálata. A burgonyabogárral kapcsolatban már az 50-es években tapasztaltunk rezisztenciával összefüggő jelenségeket, de részletesebb kísérleti munka végzésére nem került sor. A 80-as évek elejére már olyan méreteket öltött a rezisztencia, hogy hazai szerzők is kezdtek a kérdéssel foglalkozni. Az idevágó publikációk színvonala azonban nem üti meg a pályamunka színvonalát. Ebben a munkában a rezisztencia vizsgálatok legkorszerűbb módszerei kerültek alkalmazásra.

A VEAB régió 10 helyén gyűjtött burgonyabogár lárva- és imágópopuláció DDT, 3 foszforsavészter (triklórfon, foszfamidon, metilparation), karbaril, permetrin és deltametrinnel szembeni rezisztenciája került vizsgálatra. A legegzaktabb rovartoxikológiai paraméterek meghatározásával (LD_{50}, LD_{95}) felvételre kerültek az alapérzékenység szintek és egy érzékeny törzshöz (Montedison, Milánó) viszonyítva megállapította a rezisztencia mértékét. Az eredmények szerint a felsorolt hatóanyagokkal szemben a vizsgált 10 populációban jelentős nagyságú rezisztencia alakult ki. Kiderült, hogy a lárvákban gyorsabb a rezisztencia kialakulásának sebessége mint az imágókban.

Az eredmények nemcsak a VEAB régióban élő burgonyabogár populációkra érvényesek, hanem az egész országban előforduló populációkra.

Az eredményeket elsősorban a megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomások technológia fejlesztő szakemberei, valamint az üzemekben dolgozó növényvédelmi szakmérnökök hasznosíthatják.

A dolgozat a témához kapcsolódó 60 irodalmi forrásmunkát is tartalmaz.

A kisérletek módszere, az eredmények értékelése és a dolgozat stílusa a legmagasabb követelményeknek is megfelel, ezért nyugodt lelkiismerettel javaslom az I. díj (20.000.-Ft) odaítélését.

mber 19.

LEKTORI VÉLEMÉNY

"A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata a VEAB régióban"
címü, Leptinotarsa decemlineata" jeligés pályamunkáról

A jeligés pályamunka olyan témakörből iródott, amely kapcsolódik a hatékony növénytermesztéshez, valamint a nevezett fajra vonatkozó újabb rezisztencia vizsgálatokhoz, továbbá a napjainkban rendkívüli szerepet kapott környezetvédelemhez.

A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) egyik legelterjedtebb kártevő faj hazánkban, ami ellen a tenyészidőszakban évenkénti rendszerességgel védekezésre kényszerülünk. A faj oligofág táplálkozásúnak tekinthető, mert a Solanaceaekhez tartozó növényfajok mindegyikén megél. Ennek ellenére a tápnövények között első helyen a burgonya áll. A növényeket fogyasztják a lárvák és az imágók, aminek következménye a populáció nagyságától függő termésveszteségben jelentkezik. Tekintettel arra, hogy a faj hazánk faunájában nem őshonos, ebből sajnos az a helyzet alakult ki, ami nem biztosítja a természetes regulációt. Igy tehát a termesztők évenkénti rendszerességgel - esetleg több alkalommal is - inszekticid használatra kényszerülnek. A kereskedelmi forgalomban kapható inszekticidek eltérő hatásúak. Hosszabb időn keresztül történő többszöri kezelést követően hatékonyságuk érzékelhető mértékben csökken.

A pályamunkában megfogalmazott célkitűzések helyesen kerültek meghatározásra, mert azok az ok-okozati összefüggések feltárását jelölték meg feladatul, amelyek egyúttal alkalmasak a tapasztalt problémák indoklására.

A pályázat az MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság által előírt követelményeknek megfelel. A fejezetek arányosan egymásra épülnek. A kisérleti kutatómunka széles körű és megalapozott irodalmi ismereteket foglal magába. A citált irodalom tartalmazza mindazokat a témához kapcsolódó ismereteket, amelyek elégséges alapot biztosítottak a célkitűzések megvalósításához és a tervezett kutatómunka elvégzéséhez. Az irodalmi feldolgozás nem kifogásolható. A kisérletek eredményeit 15 táblázat és 13 ábra támasztja alá.

A kisérleti kutatómunka elvégzéséhez szükséges faj egyedeit a VEAB régiót reprezentáló burgonyatermesztő területekről gyűjtötték be, amit kiegészítettek a Montedison inszekticid érzékeny burgonyabogár populációval. A burgonyabogár tenyészetek és a gyűjtésből származó egyedek elégséges nagyságrendűek voltak ahhoz, hogy a vizsgálatokhoz szükséges homogén állomány biztosítható legyen. Ennek alapvető jelentősége abban van, hogy a vizsgálatba vont inszekticidek hatása egységes megitélés alá kerülhet. Az inszekticidek közül megvizsgálták egy klórozott szénhidrogén, három foszforsavészter, egy karbamát és két piretroid csoportba tartozó hatóanyaggal szembeni rezisztenciáját a burgonyabogárnak.

A toxikus hatás megállapítása céljából az Anyag-módszer fejezetben leírt eljárásokat vették figyelembe, amelyek mai ismereteink szerint leginkább alkalmasak a megbízható adatok nyeréséhez. A kisérletek értékelése során mért adatokat táblázatokban rögzítették, és egyúttal elvégezték a rezisztencia index számítását. Az imágó és lárva populációk probit-regressziós egyeneseit ábrázolták, egyidejűleg összevetve az érzékeny csoportra vonatkozó adatokkal. A probit-regressziós egyenesek szemléletesen is bemutatják az egyes hatóanyagok burgonyabogár imágókra és lárvákra gyakorolt hatását.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei bizonyítják, hogy a VEAB régióban élő burgonyabogár populációknál egyértelműen elterjedt jelenség az inszekticid rezisztencia. A klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia még ma is igen jelentős mértékben érvényesül annak ellenére, hogy a hatóanyag alkalmazására betiltását követően nem került sor. A piretroidok közül megvizsgált deltametrinnel és permetrinnel szemben is jelentős rezisztenciát tapasztaltak annak ellenére, hogy ezek a hatóanyagok alkalmazásukat illetően még csak néhány éves használatra tekintenek vissza. A piretroidok rezisztenciája szinergizálással csökkenthető, amit kisérletileg bizonyították.

A vizsgált hatóanyagokra történt konkrét rezisztencia nagyságrendek kimutatása rendkívül jelentős, mert az ilyen tipusú készítmények gyakorlati alkalmazása gazdaságtalan, a dózisemelés pedig fokozott mértékű környezetterhelő hatással jelentkezik. Az újabb készítményekkel kapcsolatban megállapított rezisztencia arra figyelmeztet, hogy újabb hatóanyagokat kell előállítani a burgonyabogár elleni védekezések hatékony megoldása érdekében.

A vizsgálatok arra is bizonyítékot szolgáltatnak, hogy a rezisztencia kialakulás ütemét szerrotációval lassítani kell. Egyben azt is felvetik a gyakorlat számára, hogy mindazon hatóanyagoknál, ahol a szinergizálás mérsékli a rezisztencia kialakulást, ott annak alkalmazása szükséges.

A vizsgálatok eredményei egyben arra is bizonyítékul szolgálnak, hogy a rezisztencia kialakulás ütemét évenkénti rendszerességgel vizsgálni kell a védekezések hatékonyságának szintentartása, illetve javítása érdekében.

A pályázat értékelő bírálata során egyértelműen megállapíthattam azt, hogy a pályázók sokrétű, megalapozott és gazdaságosságot érintő tevékenységet vágeztek. A modern és megbízható adatokat szolgáltató módszerek alkalmazása következtében a kutatómunka interdiszciplináris jellege is elfogadható, mert egyaránt megtalálhatók benne a biológiai, genetikai, etológiai, hatástani, gazdaságossági és környezetvédelmi elemek.

A pályamunkában található kisérleti tevékenység volumene, megbízhatósága alapján alakíthattam ki azt a véleményt, amelynek alapján javasolom a Tisztelt Szakbizottságnak annak elismerését:

I. díjjal, 20.000 Ft-tal

Kérem a Tisztelt Szakbizottságot, hogy véleményemet figyelembe véve a pályamunkát az I. díj odaitélésére terjessze elő a MTA Veszprémi Akadémiai Bizottságához.

Mosonmagyaróvár, 1989. szeptember 27.

Ö S S Z E F O G L A L Ó

"A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata a VEAB régióban"

cimü pályázathoz

A burgonyabogár egyik legfontosabb szántóföldi kártevőnk. Az ellene való hatékony védekezés tehát fontos népgazdasági érdek. A burgonyabogár elleni eredményes kémiai védekezés legnagyobb akadálya a kártevőben kialakuló inszekticid rezisztencia.

A szerző 10 burgonyabogár populáció 7 inszekticiddel szembeni rezisztenciáját vizsgálta a VEAB régióban. Egzakt rovartoxikológiai paraméterek meghatározásával (LD_{50}, LD_{95}) felvételre kerültek az alapérzékenységi szintek és egy érzékeny törzshöz viszonyitva megállapitotta a rezisztencia mértékét. Néhány hatóanyaggal szemben jelentős mértékü rezisztencia alakult ki a vizsgált populációknál.

A részletes vizsgálatok eredményei elsősorban a VEAB régión belül hasznosithatóak, de országos érdeklődésre is számottarthatnak. Az eredményeket jól hasznosithatják a megyei Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomások növényvédelmi technológia fejlesztő, irányitó tevékenységük során, továbbá a nagyüzemek és kistermelők mindennapi munkájukban.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS

A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) egyik legjelentősebb szántóföldi kártevőnk. Európában nem őshonos, Észak-Amerikából hurcolták be Franciaországba az első világháboru idején. Innen terjedt el jóformán egész Európában. Hazánkban 1947-ben észlelték (Hédervár) először, de azóta az egész országban megtelepedett és a burgonya legfőbb kártevőjévé vált. Védekezés nélkül 70%-os termésveszteséget is okozhat. A burgonyán kivül a tojásgyümölcsöt, a paradicsomot és az orvosi csucsort is károsítja. Magyarországon veszélyes károsítónak minősül.

A fő kárt a lárva okozza, de az imágó is károsít. A fiatal lárvák kezdetben apró foltokon csak hámozzák a levéllemezt a fonák oldal felöl, majd lyuggatásba és karélyozásba mennek át, ami a teljes tarrágásig fokozódhat. A bogarak lyuggatják és karéjozzák a leveleket, de tarrágást csak ritkán okoznak. A legtöbb táplálékot az utolsó lárvastádiumban levő lárvák fogyasztják, ezért ezek a legkárosabbak. Nyár végén a föld feletti részek leszáradása után, a felszinre került gumókat is megrághatják az imágók ill. a lárvák.

A burgonyabogár hazai megjelenése felkeltette a kutatók érdeklődését is, és intenziv kutatások kezdődtek. A burgonyabogár biológiájának és az ellene való védekezés lehetőségének vizsgálata a VEAB régió területén összpontosult. A Növényvédelmi Kutatóintézet Keszthelyi Laboratóriumában Dr. Jermy Tibor és Dr. Sáringer Gyula világviszonylatban is figyelemre méltó eredményeket értek el (Jermy és Sáringer, 1955).

A burgonyabogár megjelenése Magyarországon nagy lökést adott a növényvédelmi hálózat kiépitésének is és az ellene való védekezéssel kezdődött meg a peszticidek széleskörü használata. A DDT bevezetésével vivott küzdelem a burgonyabogár ellen a hazai vegyszeres védekezés hőskorát jelenti.

Burgonyatermesztés ma már csak rendszeres védekezés mellett folytatható. A burgonyabogár ellen bevetették már a klórozott szénhidrogéneket is (DDT és HCH) és az azóta felfedezett valamennyi inszekticid hatóanyagot. Ennek ellenére

(vagy talán éppen ezért) a burgonyabogár elleni vegyszeres védekezés nem problémamentes. A legnagyobb gondot talán a vegyszerekkel szemben kialakuló rezisztencia okozza, amelynek következtében a vegyszerek elveszitik kezdeti jó hatásukat.

A burgonyatermesztésnek a VEAB régióban nagy hagyományai vannak és jelentős területen termesztik. A legjelentősebb burgonyakártevő elleni védekezés tehát fontos gazdasági kérdés. Dolgozatunkkal e fontos kérdés megoldásához szeretnénk hozzájárulni.

2. A PÁLYAMÜ CÉLKITÜZÉSEI

Rezisztencia vizsgálataink során célul tüztük ki, hogy a VEAB régióba tartozó területeken a fontosabb rovarfajok inszekticid rezisztenciájának helyzetét felmérjük, feltérképezzük és a vizsgálatok alapján javaslatokat tegyünk a gyakorlat számára. E célkitüzés megvalósulása esetén a VEAB régió az ország legjobban kutatott, feltérképezett területévé válna, ami az okszerübb, hatékonyabb és takarékosabb vegyszerfelhasználás révén komoly gazdasági jelentőséggel birna.

A jelen pályamüben a burgonyabogárra vonatkozó vizsgálatok eredményeiről számolunk be. A pályamü főbb célkitüzései az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A régió több pontjáról származó burgonyabogár imágó és lárva populációk inszekticid alapérzékenységi szintjének megállapitása egzakt toxikológiai paraméterek (LD_{50}, LD_{95}) kimérésével. Ezek az alapérzékenységi szintek a jövőben alapul szolgálhatnak a rezisztencia további alakulásának nyomonkövetéséhez.
2. A vizsgált populációk toxicitási értékeinek és egy érzékeny referencia törzs toxicitási értékeinek összehasonlitásával megállapitani azokat a hatóanyagokat, amelyekkel szemben rezisztencia alakult ki.
3. A rezisztencia mértékének megállapitásához egy érzékeny törzs alapértékeinek a felvétele, peszticid érzékenységének karakterizálása.

4. A piretroidokkal szemben kialakult rezisztencia csökkentési lehetősége szinergensek alkalmazásával.
5. Javaslattétel a gyakorlati védekezés és a további kutatások számára.

3. A BURGONYABOGÁR INSZEKTICID REZISZTENCIÁJÁNAK HELYZETE A VILÁGBAN ÉS HAZÁNKBAN

3.1. Klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia

A burgonyabogár egyike azon mezőgazdasági kártevőknek, amelyekkel szemben először kezdték rendszeresen alkalmazni a DDT-t a '40-es évek közepén. Az USA-ban szabadföldi körülmények között már 1949-ben hatáscsökkenést tapasztaltak és a későbbiekben több államban laboratóriumi körülmények között is megállapitották a rezisztencia tényét (Post, 1954; Quinton, 1955; Hofmaster, 1956; Cutcomp et al., 1958). Európában először DDT rezisztenciát Spanyolországban mutattak ki (Kuhn és Löw, 1955). A későbbiekben azután szinte minden országban jelezték a DDT rezisztencia kialakulását, igy az NSZK-ban (Heidenreich, 1960), Csehszlovákiában (Hrdy és Hurkova, 1965, 1969; Hurkova, 1968; Hurkova és Hrdy, 1966), Lengyelországban (Lakocy, 1966), Ausztriában (Beck et al., 1969), Jugoszláviában (Maceljski, 1967), Bulgáriában (Popova, 1967), Romániában (Alexandrescu et al., 1973, 1977), az NDK-ban (Hurkova és Schwarz, 1970; Klunker, 1974), Szovjetunióban (Borszuk, 1972; Szanin és Borszuk, 1975). Brown (1971) aki áttekintette a DDT rezisztencia helyzetét, a FAO-hoz beérkezett jelzések alapján rezisztencia kialakulásáról közöl adatokat a fenti országokon kivül Belgiumból, Olaszországból, Portugáliából, Svájcból. A rezisztencia mértéke kezdetben nem volt tul magas, de a későbbiekben elérte a több százszoros mértéket is. Az USA-ban és Kanadában még a közelmultban is több helyen kimutatták a DDT rezisztenciát (Hofmaster et al., 1967; Harris és Svac, 1976; McDonald, 1976). Amig az európai országokban a rezisztencia mértékét szinte kizárólag imágókon vizsgálták, addig az USA-ban és Kanadában a vizsgálatokat kiterjesztették a lárvákra is. Az irodalomban több közlemény található más klórozott szénhidrogén hatóanyagu inszekticidekkel szembeni rezisztenciáról is.

3.2. Foszforsavészterekkel szembeni rezisztencia

A '60-as évek elejétől a klórozott szénhidrogéneket fokozatosan a foszforsavészter hatóanyagu készitmények váltották fel a burgonyabogár elleni védekezésben. A kezdeti nagyon jó eredményeket követően ezekkel szemben is hatástalanságot tapasztaltak több szabadföldi populációnál. Lengyelországból Lakocy és Grabarkiewicz (1975) jelez klórfenvinfosz és metamidofosz rezisztenciát. Az USA-ban Hare (1980) tapasztalt hatáscsökkenést metilazinfosz, malation, metidation, foszmet hatóanyagoknál. Harris és Svec (1976, 1981) Kanadában a '70-es évek közepén még nem, de később már rezisztenciát tapasztaltak több foszforsavészter hatóanyaggal szemben is. A Szovjetunióban Szanin és munkatársai (Szanin et al.,1980) minden vizsgált populációnál triklórfon rezisztenciát állapitottak meg. Georghiou (1981) összefoglaló munkájában a FAO-hoz beérkezett adatokra támaszkodva több foszforsavészter hatóanyaggal szemben kialakult rezisztenciáról tudósit, igy az általunk is vizsgált paration rezisztenciájáról Svájcból.

3.3. Karbamátokkal szembeni rezisztencia

A burgonyabogár (Leptinotarsa decemlineata Say) elleni védekezésben a foszforsavészterek mellett megjelentek a karbamát tipusu készitmények is, amelyeket permetezés és talajkezelés formájában is alkalmazni kezdtek. Azt remélték, hogy talán ezzel az uj hatóanyag családdal szemben nem alakul ki rezisztencia. Sajnos az optimizmus megalapozatlannak bizonyult.

Már a '60-as évek végén hatékonyság csökkenést tapasztaltak Ausztriában (Beck et al., 1969), Olaszországban (Georghiou, 1981), majd később Lengyelországban (Lakocy és Grabarkiewicz, 1975) és Kanadában (Harris és Svec, 1981) is. Rose és Brindley (1985) az USA-ban egy erősen rezisztens populáció lárváinál több mint ezerszeres karbaril rezisztenciát mért, amelynek kialakulásában a monooxigenáz enzim rendszeren kivül más rezisztencia mechanizmusok is szerepet játszottak.

3.4. Piretroidokkal szembeni rezisztencia helyzete

A '70-es évek végén kezdték alkalmazni az ujonnan felfedezett fotostabil szintetikus piretroidokat, amelyeknél már nem tápláltak illúziókat a rezisztencia kialakulást illetően, de ilyen gyorsütemü fellépésére azért nem számitottak. Az USA-ban, ahol a foszforsavészterekkel és karbamátokkal szemben már erős rezisztencia alakult ki, széles körben kezdték alkalmazni a szintetikus piretroidokat, mindenekelőtt a fenvalerátot és a permetrint (Gauthier et al., 1981; Ferro,1985). New Jersey államban több populációnál a piretroidokkal szembeni érzékenység jelentősen csökkent (Forgash, 1981; 1985). Kennedy és Farrar (1987) egy Long Islandról származó populációnál 196-szoros fenvalerát rezisztenciát mért. Johnston és Sandvol (1986) egy Idahoból származó populációnál csak érzékenység csökkenést állapitottak meg, de felhivták a figyelmet a rezisztencia kialakulás potenciális veszélyére. Silcox és munkatársai (1985) szintén érzékenység csökkenést tapasztaltak egy populációnál fenvaleráttal és permetrinnel szemben.

Kanadában Harris és Svec (1981) egy korábbi közleményükben 2-2,4-szeres permetrin és deltametrin rezisztenciáról ad hirt, majd később (Harris és Turnbull, 1986) 223-38-szoros rezisztenciáról permetrin, fenvalerát és cipermetrin esetében.

3.5. A burgonyabogár rezisztenciájának hazai helyzete

Magyarországon inszekticid rezisztencia vizsgálatokat burgonyabogárral először Keszthelyen Dr. Jermy Tibor és Dr. Sáringer Gyula végeztek. A '60-as években DDT rezisztenciát még nem sikerült kimutatni (Jermy, 1962; Schwartz és Jermy, 1965). A közelmultban Szabó (1984) egy populációnál több, mint harmincszoros rezisztenciát mért.

A foszforsavészterek közül foszmettel szemben Szabó (1984 a) közel százszoros rezisztenciát állapitott meg egy populációnál. Szilágyi és Tóth (1985) szabadföldi körülmények között a dimetoátot és triklórfont hatástalannak találták.

Piretroidokkal szembeni rezisztenciát az utóbbi években Pap és munkatársai (Pap et al., 198 a; Pap et al., 198 b) végeztek. Vizsgálataik során érzékeny referencia törzset nem alkalmaztak, igy a rezisztencia mértékére nem lehet következ-

tetni. A populációknál változó alapérzékenységi szinteket találtak, ami alapján a rezisztencia kialakulás lehetőségét feltételezik. Az alapérzékenységi értékeket hiányosan, nem a nemzetközi elfogadott normák szerint közlik, ill. egyáltalán nem közölnek ilyeneket.

4. VIZSGÁLATI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. A vizsgált burgonyabogár törzsek

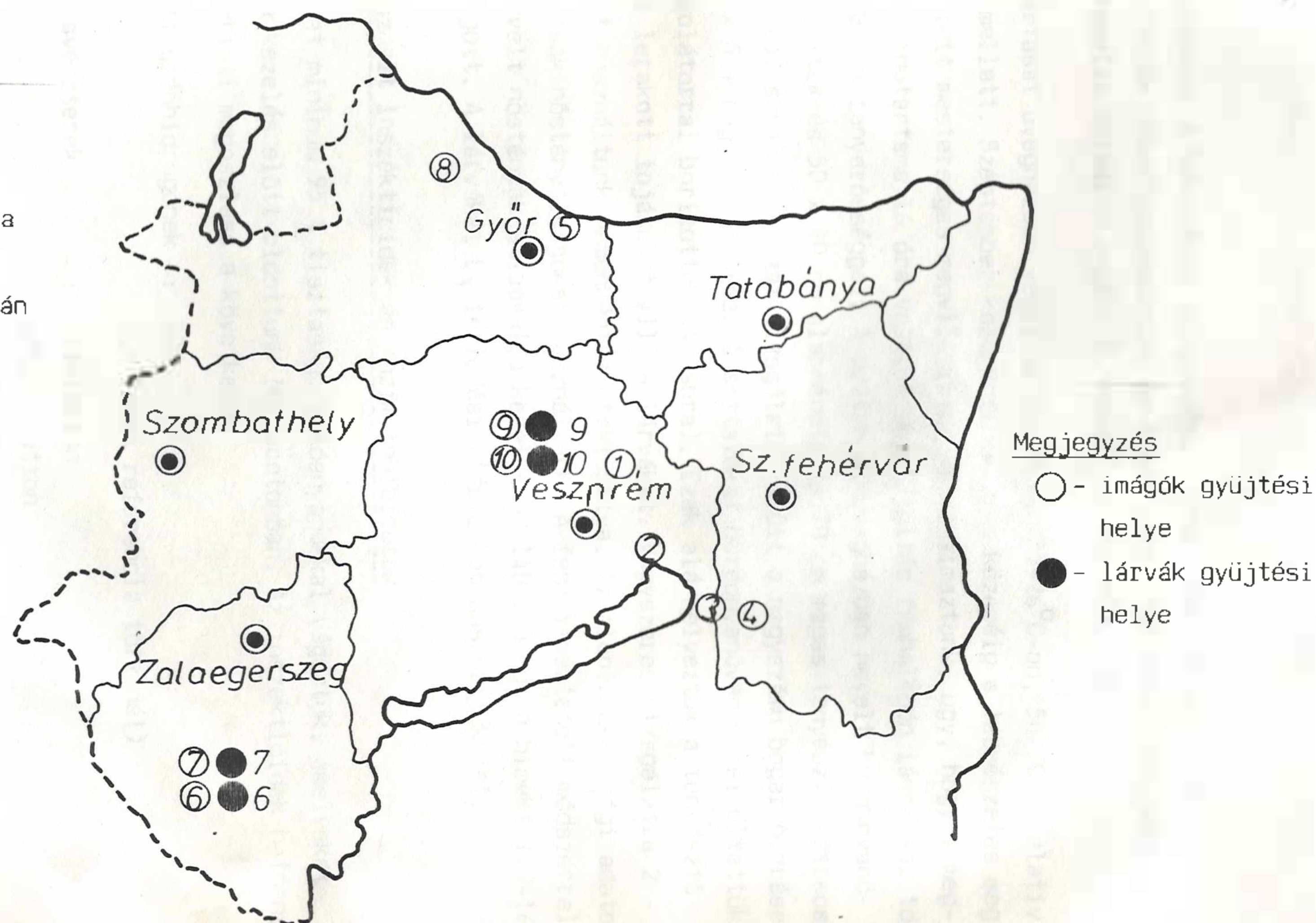
A szabadföldi populációkat a VEAB régióhoz tartozó 4 megye 10 pontjáról gyüjtöttük az alábbi helyiségekből:

Fejér megye	: Enying Kabókapuszta
Győr-Sopron megye	: Győrszentiván Hédervár
Veszprém megye	: Küngös Réde Olaszfalu Zirc
Zala megye	: Alsópáhok Zalavár

A gyüjtési helyek területi megoszlását az 1. ábra szemlélteti. A felmérést 1985-87 között végeztük.

A későbbiekben a táblázatokban és az ábrákon a populációk minding ugyanazon sorszám alatt szerepelnek. Az imágóknál az áttelelt nemzedék egyedeit gyüjtöttük be nagyüzemi táblákról és házikertekből május végétől junius közepéig terjedő időszakban. A lárváknál az I. lárvanemzedék L-3 fejlődési stádiumban lévő egyedeit gyüjtöttük. A rovaranyagot izolátorokban a vizsgálat helyére szállitottuk, ahol a vizsgálatokig üvegházi körülmények között tartottuk és naponta friss kezeletlen burgonya növényekkel tápláltuk.

1. Rede
2. Küngös
3. Kabókapuszta
4. Enying
5. Győrszentiván
6. Zalavár
7. Alsópáhok
8. Hédervár
9. Zirc
10. Olaszfalu



1. ábra A burgonyabogár populációk származási helye

Referencia törzsként a Montedison elnevezésü törzset használtuk. A törzset 1955-ben gyüjtötték Dél-Olaszországban és azóta laboratóriumban nevelték inszekticides kezelés nélkül (Longoni A. személyes közlése, 1981).

Az állatok tartását üvegházban végeztük (2. ábra) 23-26°C-on, 50-70 % relativ páratartalom mellett. Szeptember közepétől március közepéig a természetes megvilágitás mellett mesterséges megvilágitást is alkalmaztunk, ugy, hogy a megvilágitás napi időtartama 16 óra volt. A megvilágitás fémhalogén lámpákkal történt 1500-2000 lux fényerősséggel. A rovarokat üvegházban nevelt burgonyanövényekkel tápláltuk és 50 x 80 cm alapméretü és 70 cm magas tenyésztő ketrecekben tartottuk (3. ábra). A sorozat vizsgálatok előtt a nagyszámu bogár nyerése céljából 2,5 x 5 m nagyságu tenyésztő asztalokat burgonyanövényekkel ültettük be és tüll izolátorral boritottuk (4. ábra). Ezek alá helyeztük a tenyésztő ketrecekből a lerakott tojásokat ill. a lárvákat. Vegyszeres vizsgálatra 2 - 3 hetes imágókat használtunk nemenként szétválogatva. Az alapérzékenységi adatok felvételéhez csak nőstény imágókat használtunk. A fent ismertetett módszerrel üvegházban nevelt nöstények átlagsulya kezeléskor 140-180 mg, a himeké 120-160 mg között mozgott. A lárvákat L_3 fejlődési stádiumban használtuk fel.

4.2. A felhasznált inszekticidek és enzim inhibitorok

A vizsgálatokat minimum 95 % tisztaságu hatóanyagokkal végeztük, amelyeket közvetlenül a kezelés előtt oldottunk fel acetonban. Az inszekticidek hatóanyag csoportok szerinti megoszlása a következő:

Klórozott szénhidrogének	:	DDT
		HCH (csak referencia törzsnél)
Foszforsavészterek	:	triklórfon
		metilparation
		foszfamidon
Karbamátok	:	karbaril
Piretroidok	:	permetrin
		deltametrin



2. ábra Üvegházban tenyésztett nemdiapauzáló burgonyabogarak



3. ábra A burgonyabogarak fenntartásához használt tenyészketrecek

A piretroidok hatásának szinergizálására az oxidativ detoxifikációs enzimeket gátló piperonilbutoxidot (PBO) alkalmaztuk.

4.3. Toxicitási teszt

Mindkét vizsgált fejlődési alaknál topikális kezelést végeztünk. Először előkisérletekkel állapitottuk meg az alkalmazandó dózistartományt, majd hatóanyagonként olyan 5-7 dózisból álló higitási sort alkalmaztunk, ahol az egyes dózisok egy geometriai sort képeznek. A kiindulási koncentrációt a hatóanyag és az aceton suly/térfogat százalékában állapitottuk meg és az oldatot mindig közvetlenül a kezelés előtt készitettük. Hatóanyagonként 3 ismétlést végeztünk, az imágóknál ismétlésenként 20, a lárváknál ismétlésenként 10 egyeddel. A fent leirt vizsgálatot hatóanyagonként 3 különböző időpontban megismételtük (HCH-nál 2 időpontban) a nagyobb megbizhatóság érdekében és az adatokat átlagoltuk. Minden vizsgálatnál hatóanyagonként egy kezeletlen és egy acetonnal kezelt kontrollcsoportot alkalmaztunk.

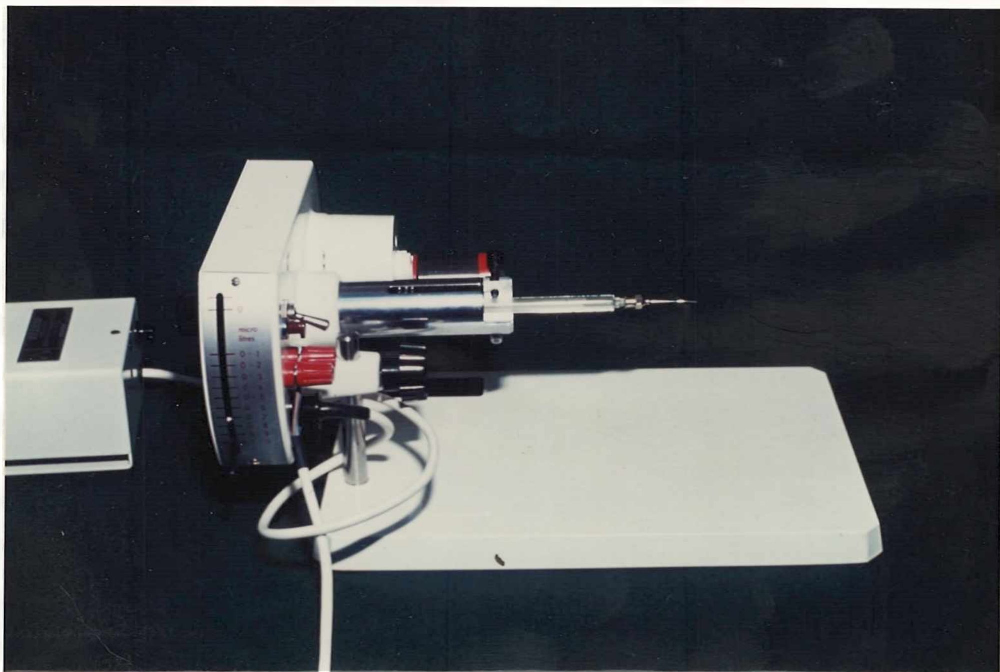
A kezeléseket LV-65 tipusu (Arnold, 1965) automatikus mikroapplikátorral (5.ábra) végeztük 1 μl oldat felhasználásával. Az imágóknál a DDT-vel történő kezeléskor a magasabb dózisok csak ismételt kezeléssel voltak kijuttathatók. A 2 - 3 hetes nőstény imágóknál az abdomen ventrális részére, az L-3 lárváknál a thorax dorzális részére juttattuk a cseppet. A kezelt állatokat ismétlésenként, tüllel lezárt 1000 cm^3 ürtartalmu papir dobozokban helyeztük el és naponta kezeletlen friss burgonyanövénnyel tápláltuk. Az expozició alatt klimakamrában tartottuk őket 24 $\pm$ 1°C-os hőmérsékleten, 65 $\pm$ 5% relativ páratartalom, 200-250 lux erősségü és 16 órás időtartamu megvilágitás mellett. A lárváknál az értékelést 48, az imágóknál 120 óra mulva végeztük vizuálisan a mortális egyedek számbavételével.

A piretroid rezisztencia szinergizálása során az inszekticides kezelést megelőzően egy órával az imágókat 8, a lárvákat 5 μg PBO-val kezeltük egyedenként. A szinergizmus mértékét az alábbi képlet segitségével számitottuk ki:

$$\text{Szinergizmus mértéke} = \frac{\text{inszekticid } LD_{50}}{\text{inszekticid + PBO } LD_{50}}$$



4. ábra Nagytömegü egyed nyeréséhez alkalmazott tenyészizolátor



5. ábra A burgonyabogár imágók és lárvák kezeléséhez alkalmazott mikroapplicátor

4.4. Az adatok statisztikai feldolgozása

Az adatokat VDT-52122 tipusu számitógépen dolgoztuk fel egy olyan program segitségével, amely elvégzi a Finney (1971) által kidolgozott probitanalizist az Abbott korrekcióval, ha az szükséges. A probitanalizist hatóanyagonként minimum 4, de általában 5 - 6 adatból végeztük. Megállapitottuk az LD_{50}, LD_{95} értékeket, az LD_{50} esetében a konfidencia-intervallumokat 95 % valószinüségi szinten, továbbá a probit-regressziós együtthatót és szórását (95 %).

5. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

5.1. Az érzékeny Montedison törzs jellemzése

Ha a rezisztencia kialakulás tényét, mértékét és ütemét kivánjuk megállapitani és kifejezni, akkor ezt ugy tudjuk megvalósitani, hogy egy vegyszerrel nem kezelt népességhez viszonyitunk. Az összehasonlitás alapjául szolgáló érzékeny referencia törzsnek tehát nagy jelentősége van. A mezőgazdasági szempontból fontos rovarok inszekticid rezisztenciájának megállapitására szolgáló standard vizsgálati módszerek érzékeny referencia törzsek használatát irják elő. A FAO által a burgonyabogár inszekticid rezisztenciájának megállapitására kidolgozott standard vizsgálati módszer (Anonymus, 1974; Busvine, 1980) az érzékeny törzzsel több időpontban megismételt vizsgálatot ir elő, a kellően megalapozott alapérzékenységi adatok nyerése céljából. Az emlitett FAO módszer egyébként a legjobban reprodukálható topikális módszert javasolja és imágóra dolgozták ki.

A burgonyabogár inszekticid rezisztenciájának hazai vizsgálata során számunkra is szükségessé vált érzékeny törzs használata. 1981-ben a Montedison (Milánó) cégtől egy nemdiapauzáló burgonyabogár törzset szereztünk be, amelynek az inszekticidekkel szembeni alapérzékenységi szintje nem volt bemérve. Az elmult években megállapitottuk az alapérzékenységi adatokat, 8 inszekticidre vonatkozóan imágó és lárva fejlődési alakokra, amelyeket az alábbiakban adunk közre.

A burgonyabogár imágókkal végzett kisérletek eredményeit az 1. táblázat tartalmazza. Az egyes hatóanyagok LD_{50}, LD_{95} értékeinek az összevetésével azonnal szembetünik az az óriási, több nagyságrendbeli különbség, amely a hatás mértékében jelentkezik a két végletet a DDT és a deltametrin jelenti. Jelentős az eltérés a DDT és a foszforsavészterek vonatkozásában is. A HCH hatékonysága a a foszforsavésztereket kissé megelőzve a permetrin szintjén van. Az egyes foszforsavészterek közötti eltérés nem tul jelentős, de talán kissé nagyobb, mint ahogy azt majd látni fogjuk a lárváknál. Az imágóknál a karbaril hatása lényegesen alatta marad a vizsgált foszforsavésztereknek, de nem igy a lárvák esetében. Több nagyságrendü hatékonyságbeli különbséget láthatunk a két szintetikus piretroid között is a deltametrin javára. A permetrin viszont hatékonyságában alig előzi meg a foszforsavésztereket. Ha az egyes hatóanyagokon belül az LD_{50}, LD_{95} értékeket a különböző időpontokban végzett kisérletek viszonylatában hasonlitjuk össze, akkor azt látjuk, hogy az eredmények között kicsi a különbség, a szóródás. Egy hatóanyagon belül a 3 vizsgálat vonatkozásában az LD_{50} értékeket nézve a két szélső érték között csak a karbarilnál van kettőszörösnél nagyobb ingadozás. Ez a tény a populáció homogenitását bizonyitja. Más fajok (pl. házilégy) érzékeny törzsén belül sokkal nagyobb a heterogenitás (Szabó, 1986).

A nagyfoku homogenitásra utalnak a viszonylag magas regressziós együttható értékek (probit-regressziós egyenes meredeksége, iránytangense is). 5 hatóanyagnál ez az érték jóval meghaladja a 2-őt és a maradék 3-nál is közel van ehhez az értékhez. A magas regressziós együtthatók (meredek probit-regressziós egyenesek) a rezisztencia gének homogenitását jelzik az adott hatóanyaggal szemben, ahogy az Hoskins (1960, 1962) megállapitotta.

A burgonyabogár lárvákon mért eredményeket a 2. táblázat tartalmazza. Az egyes hatóanyagok LD_{50}, LD_{95} értékeinek több nagyságrendbeli különbsége itt is szembetünő. Ellentétben azonban az imágóknál tapasztaltakkal, itt a DDT és a foszforsavészter ill. karbamát tipusu hatóanyagok toxikológiai értékeiben alig van különbség. A foszforsavészterek csoportján belül az egymáshoz viszonyitott hatékonyság hasonlóan alakul, mint az imágóknál, viszont a karbaril lárvákon mért toxicitása sokkal kedvezőbb. A két piretroid toxicitásának egymáshoz való viszo-

1. táblázat

A különböző hatóanyagok Montedison referencia törzs imágóin (Leptinotarsa decemlineata) mért dózis-hatás alapadatai több időpontban végzett kísérletben

Hatóanyag	Vizsgálat szám	LD_{50} (µg/♀)	Konfidencia - intervallum (95 %) Alsó	Konfidencia - intervallum (95 %) Felső	LD_{95} (µg/♀)	Regressziós együttható és szórása (95 %)
1	2	3	4	5	6	7
1. DDT	1	523,90	395,6	693,6	2715,8	2,3 ± 0,72
	2	643,5	487,5	849,5	2676,3	2,68 ± 0,88
	3	421,3	368,3	481,9	1132,7	3,83 ± 1,09
	Átlag	529,5	417,1	675,0	2174,9	2,93 ± 0,89
2. HCH	1	0,89	0,69	1,15	17,40	1,28 ± 0,29
	2	1,06	0,92	1,22	2,94	3,71 ± 0,83
	Átlag	0,98	0,81	1,18	10,17	2,49 ± 0,56
3. Triklórfon	1	12,90	11,28	14,76	42,60	3,17 ± 0,57
	2	15,62	13,42	18,17	61,61	2,76 ± 0,53
	3	12,38	10,39	14,73	72,09	2,15 ± 0,43
	Átlag	13,63	11,70	15,89	58,77	2,69 ± 0,51

1. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7
4. Foszfamidon	1	3,27	2,84	3,76	21,94	2,92 ± 0,49
	2	2,24	1,92	2,61	9,84	2,56 ± 0,44
	3	1,92	1,68	2,19	6,13	3,26 ± 0,58
	Átlag	2,48	2,14	2,85	9,31	2,91 ± 0,50
5. Metilparation	1	4,81	3,48	6,65	27,27	2,18 ± 0,89
	2	4,62	3,78	5,65	42,72	1,70 ± 0,32
	3	3,95	3,22	4,85	39,62	1,64 ± 0,31
	Átlag	4,46	3,49	5,72	36,54	1,84 ± 0,51
6. Karbaril	1	60,17	51,57	70,21	293,10	2,39 ± 0,39
	2	92,31	70,17	121,43	1263,04	1,45 ± 0,32
	3	38,28	30,95	47,35	355,15	1,70 ± 0,33
	Átlag	63,59	50,90	79,67	637,10	1,85 ± 0,35
7. Permetrin	1	0,73	0,63	0,84	2,10	3,58 ± 0,83
	2	0,98	0,82	1,16	4,38	2,52 ± 0,60
	3	1,34	1,12	1,59	7,95	2,12 ± 0,37
	Átlag	1,01	0,65	1,19	4,81	2,74 ± 0,60
8. Deltametrin	1	0,0064	0,0050	0,0082	0,064	1,64 ± 0,35
	2	0,0088	0,0069	0,0111	0,099	1,57 ± 0,32
	3	0,0097	0,0079	0,0119	0,085	1,74 ± 0,34
	Átlag	0,0083	0,0066	0,0104	0,083	1,65 ± 0,34

2. táblázat

A különböző hatóanyagok Montedison referencia törzs lárváin (Leptinotarsa decemlineata) mért dózis-hatás alapadatai több időpontban végzett kisérletben

Hatóanyag	Vizsgálat szám	LD_{50} (μg/lárva)	Konfidencia - intervallum (95 %)		LD_{95} (μg/lárva)	Regressziós együttható és szórása (95 %)
			Alsó	Felső		
1	2	3	4	5	6	7
1. DDT	1	1,25	0,99	1,58	6,87	2,22 ± 0,53
	2	1,42	1,04	1,95	18,11	1,49 ± 0,43
	3	0,80	0,51	1,24	19,71	1,18 ± 0,41
	Átlag	1,16	0,84	1,59	14,90	1,63 ± 0,46
2. Triklórfon	1	0,58	0,37	0,90	9,57	1,35 ± 0,43
	2	0,61	0,45	0,82	6,40	1,61 ± 0,44
	3	0,23	0,15	0,36	3,20	1,45 ± 0,40
	Átlag	0,47	0,33	0,69	6,39	1,47 ± 0,42
3. Foszfamidon	1	0,14	0,11	0,17	0,61	2,54 ± 0,60
	2	0,14	0,12	0,16	0,27	5,74 ± 1,78
	3	0,11	0,09	0,14	0,52	2,43 ± 0,58
	Átlag	0,13	0,11	0,16	0,47	3,57 ± 0,98

1	2	3	4
	1	0,15	0,12
4. Metilparation	2	0,12	0,09
	3	0,22	0,19
	Átlag	0,17	0,13
	1	0,25	0,18
5. Karbaril	2	0,28	0,20
	3	0,13	0,09
	Átlag	0,22	0,16
	1	0,0046	0,0034
6. Permetrin	2	0,0069	0,0049
	3	0,0072	0,0050
	Átlag	0,0062	0,0044
	1	0,000050	0,000037
7. Deltametrin	2	0,000048	0,000034
	3	0,000040	0,000026
	Átlag	0,000046	0,000032

2. táblázat folytatása

5	6	7
0,20	0,95	2,08 ± 0,51
0,16	1,07	1,75 ± 0,46
0,26	0,57	4,00 ± 1,01
0,21	0,86	2,61 ± 0,66
0,33	2,48	1,64 ± 0,39
0,38	3,23	1,55 ± 0,44
0,19	1,38	1,59 ± 0,40
0,30	2,36	1,59 ± 0,41
0,0063	0,0610	1,47 ± 0,43
0,0096	0,0633	1,71 ± 0,50
0,0102	0,1258	1,32 ± 0,41
0,0087	0,0833	1,50 ± 0,45
0,000066	0,00026	2,31 ± 0,86
0,000067	0,00031	2,02 ± 0,63
0,000061	0,00037	1,70 ± 0,56
0,000064	0,00031	2,01 ± 0,68

nya hasonlóan alakul, mint az imágóknál, de a permetrin a lárvákon nagyságrendileg jobb hatékonyságot mutatott a foszforsavészterekhez képest, mint az imágókon.

A regressziós együttható értékek összességében itt lényegesen kisebbek, mint az imágóknál, tehát a genetikai heterogenitás itt sokkal nagyobb. Ez alól kivételt képez a foszfamidon, metilparation és deltametrin. Érdemes megemliteni, hogy mindkét fejlődési alaknál a legmagasabb regressziós-együttható értékeket a foszfamidonnál kaptuk, vagyis genetikailag ezzel a hatóanyaggal szemben a leghomogénebb a törzs.

Mindent összegezve megállapithatjuk, hogy az általunk 8 hatóanyag esetében karakterizált Montedison törzs kedvező tulajdonságai révén (tenyészthetőség, genetikai homogenitás, reprodukálhatóság) megfelelő érzékeny referencia törzsként szolgálhat az inszekticid rezisztencia vizsgálatoknál és jól lehet használni laboratóriumi körülmények között végzett kvantális hatásvizsgálatoknál.

5.2. A rezisztencia alakulása hatóanyagonként

5.2.1. Klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia

A DDT-nél az imágók esetében nem tudtunk akkora vegyszermennyiségeket felvinni és olyan mortalitási értékeket elérni, amelyek lehetővé tették volna egzakt toxicitási értékek számitását. Ezért az alábbiakban a legmagasabb koncentrációnál elért mortalitási %-t tüntettük fel:

Populáció	Dózis µg/imágó	Mortalitás %
Réde	1500	5
Küngös	1500	15
Kabókapuszta	1500	10
Győrszentiván	1500	15
Zalavár	1500	21
Alsópáhok	1500	13
Montedison törzs (Érzékeny)	529,5	50

Láthatjuk, hogy ennél a nagyon magas dózisnál maximálisan 21%-os mortalitást lehetett elérni. A DDT esetében az imágóknál tehát még mindig jelentős a rezisztencia, annak ellenére, hogy már közel két évtizede nem használják a védekezéseknél.

5.2.2. Foszforsavészterekkel szembeni rezisztencia

Az imágókon kapott triklórfon eredményeket a 3. táblázat tartalmazza. Az alacsony regressziós együttható értékekből és a 6. ábrán megszerkesztett probit-regressziós egyenesekből látható, hogy a populációk nagyon heterogének. Érzékeny és nagyon magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedek egyaránt előfordulnak a populációkban. Ezért van az, hogy a populációk többségénél az LD_{95} értékek alapján számitott rezisztencia indexek magasabbak, mint az LD_{50} értékekből számitottak. A tényleges rezisztencia helyzetet jobban érzékeltető LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek alapján, ahol a vizsgált 7 populációból 2-nél volt a rezisztencia mértéke 50-nél kisebb, 1-nél 50-100 között, 1-nél 100-1000 között és 3-nál 1000 fölött. A vizsgált 3 foszforsavészter közül legmagasabb rezisztenciát a triklórfonnal szemben mértük.

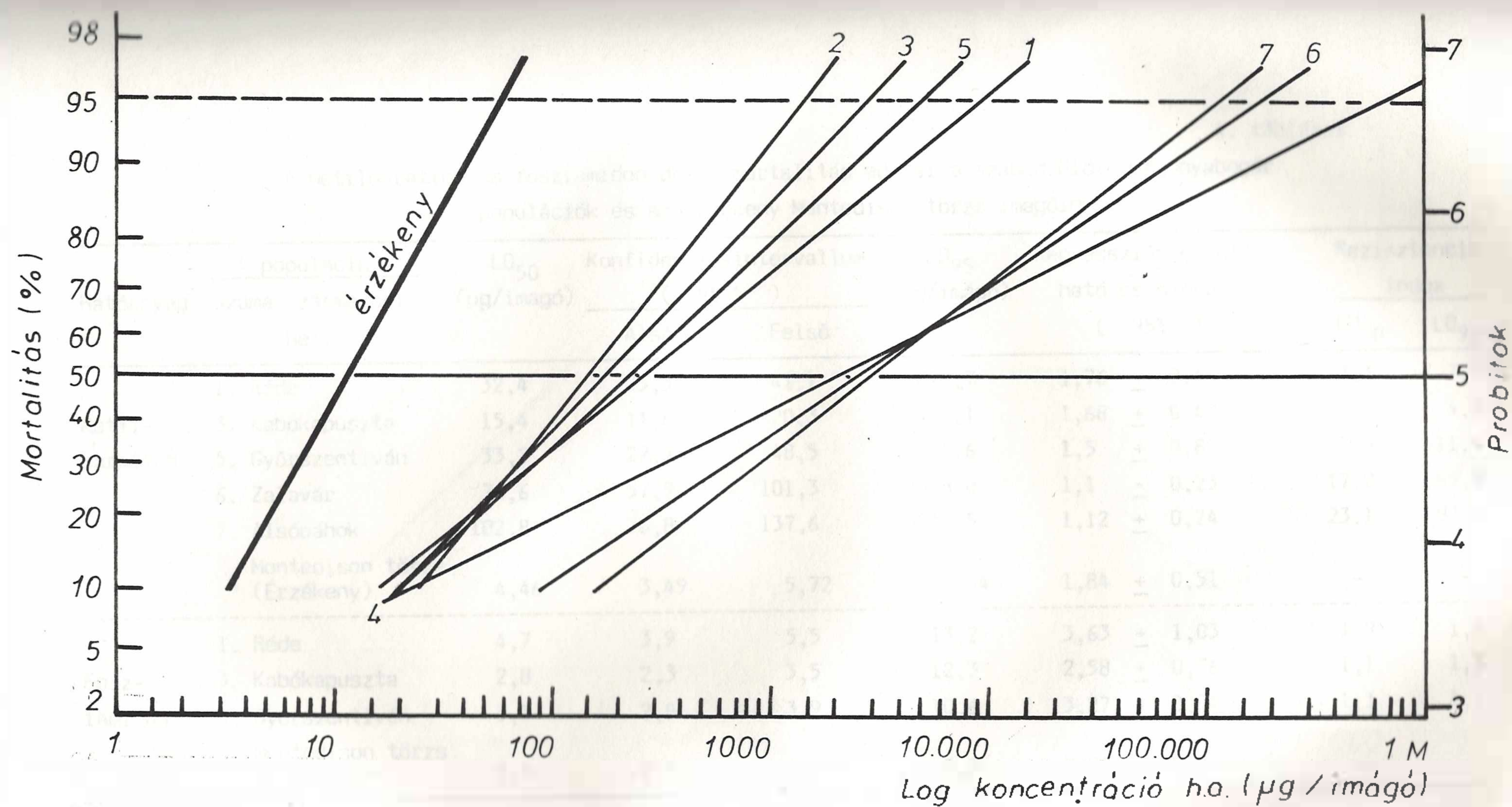
Az imágókon kapott metilparation eredményeket a 4. táblázat tartalmazza. Az LD_{50} értékek alapján a populációk többségének rezisztencia indexe 10 alatt van és csak a 6-7-es populációknál magasabb ennél. A populációk heterogenitása miatt azonban (ahogy a 7. ábrán megszerkesztett probit-regressziós egyenesek is mutatják) az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek egyes populációknál magasabbak.

A foszfamidonnal imágókon kapott vizsgálati eredményeket a 4. táblázat tartalmazza. A rezisztencia indexek alakulásából láthatjuk, hogy itt csak néhányszoros érzékenységi szint csökkenésről beszélhetünk. A rezisztencia index egyetlen populációnál sem haladta meg az 5-öt. A populációk homogenitását jelzik a magas regressziós együttható értékek és a 8. ábrán szereplő probit-regressziós egyenesek is. Ez utóbbiak meredeksége több esetben meghaladja az összehasonlító törzsét is, sőt a Montedison törzsnél a foszfamidonra kaptuk a legmeredekebb egyenest.

3. táblázat

A triklórfon dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs imágóin

Hatóanyag	A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/imagó)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztencia index	
			Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
	1. Réde	278,3	185,2	418,1	9692,5	1,07 ± 0,49	20,4	164,9
	2. Küngös	140,3	115,8	170,1	1417,3	1,64 ± 0,32	10,3	24,1
	3. Kabókapuszta	178,8	141,5	225,9	2857,0	1,37 ± 0,30	13,1	48,6
Tri-	4. Enying	2044,8	526,0	7949,4	718171,5	0,65 ± 0,30	150,0	12220,0
klórfon	5. Győrszentiván	236,9	170,7	329,0	5026,1	1,24 ± 0,67	17,4	85,5
	6. Zalavár	2570,9	900,5	7339,9	179642,4	0,89 ± 0,41	188,6	3056,7
	7. Alsópáhok	2854,8	1029,7	7915,0	128197,4	1,00 ± 0,44	209,5	2181,3
	Montedison törzs (Érzékeny)	13,6	11,7	15,9	58,8	2,69 ± 0,51	-	-

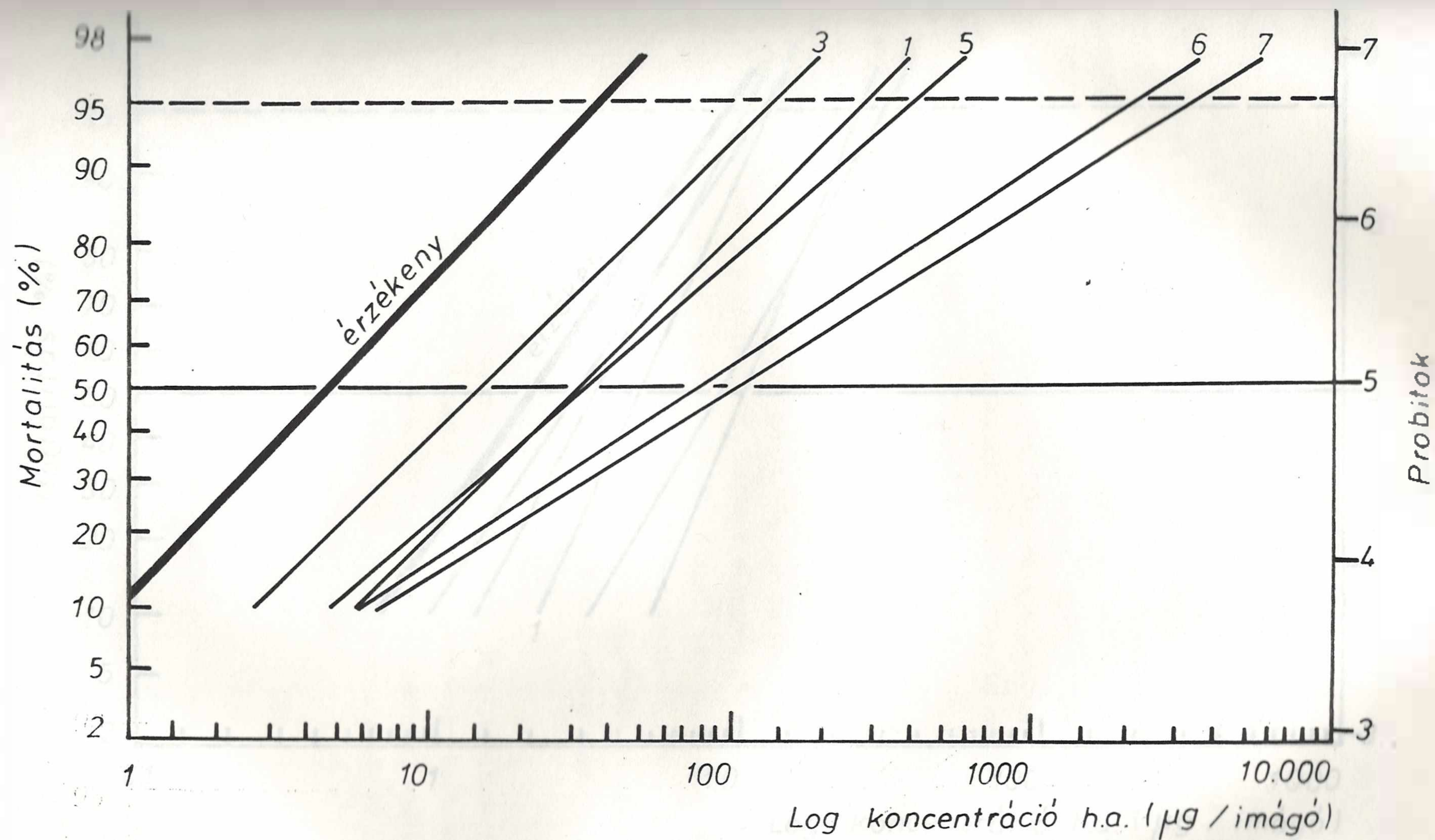


6. ábra A triklórfon probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében

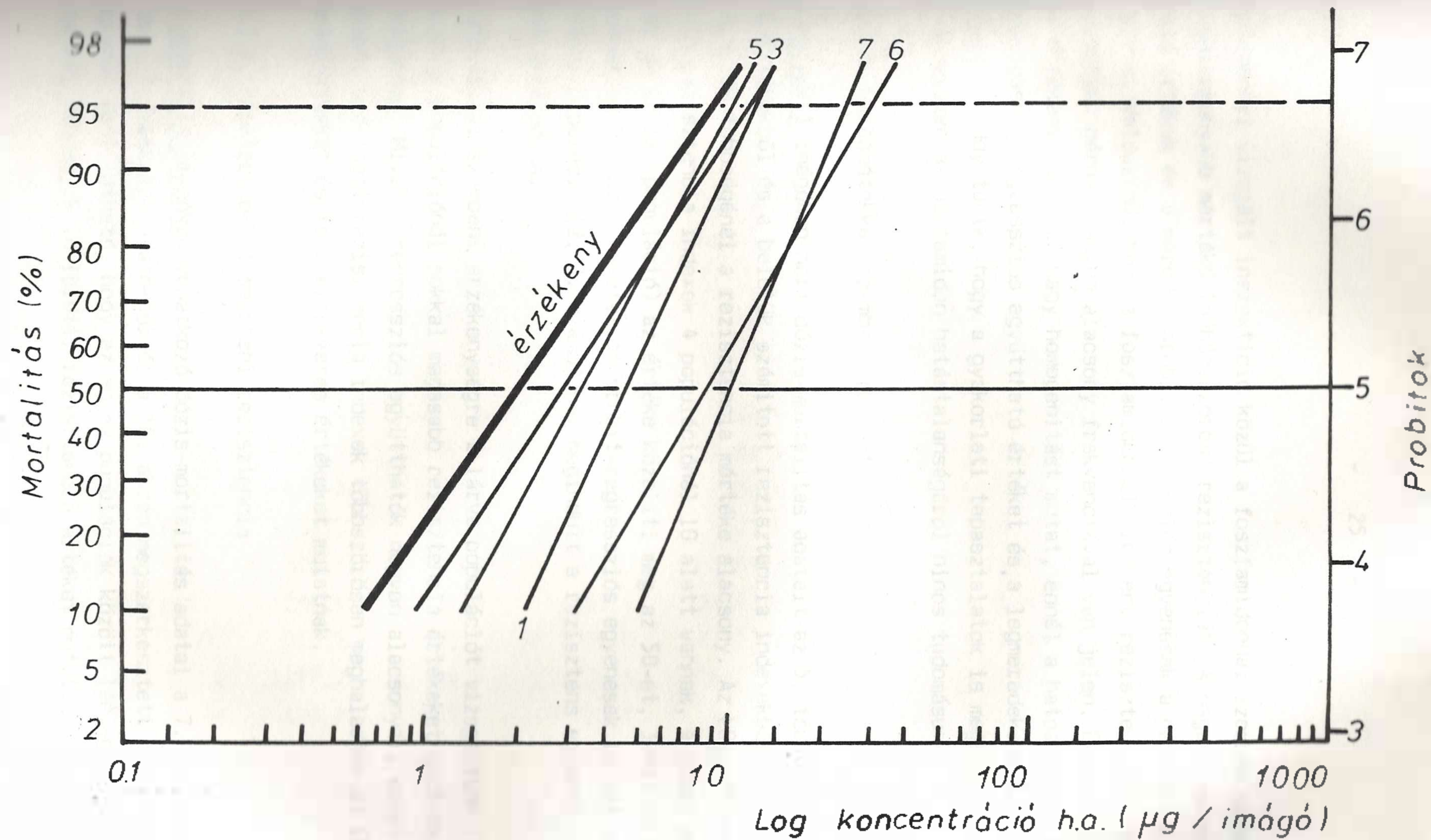
4. táblázat

A metilparation és foszfamidon dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs imágóin

Hatóanyag	A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/imagó)	Konfidencia-intervallum (95 %) Alsó	Felső	LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztencia index LD_{50}	LD_{95}
Metil-paration	1. Réde	32,4	25,5	41,1	279,7	1,76 ± 0,4	7,3	7,7
	3. Kabókapuszta	15,4	11,6	20,3	146,1	1,68 ± 0,42	3,4	4,0
	5. Győrszentiván	33,2	22,7	48,5	415,6	1,5 ± 0,82	7,5	11,4
	6. Zalavár	76,6	57,9	101,3	2388,0	1,1 ± 0,23	17,2	65,4
	7. Alsópáhok	102,8	76,8	137,6	3044,5	1,12 ± 0,24	23,1	83,3
	Montedison törzs (Érzékeny)	4,46	3,49	5,72	36,54	1,84 ± 0,51	-	-
Fosz-famidon	1. Réde	4,7	3,9	5,5	13,2	3,63 ± 1,03	1,9	1,4
	3. Kabókapuszta	2,8	2,3	3,5	12,3	2,58 ± 0,76	1,1	1,3
	5. Győrszentiván	3,3	2,8	3,9	10,6	3,27 ± 0,84	1,3	1,1
	Montedison törzs (Érzékeny)	2,5	2,1	2,9	9,3	2,91 ± 0,5	-	-



7. ábra A metilparation probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében



8. ábra A foszfamidon probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében

Valamennyi vizsgált inszekticid közül a foszfamidonnal szemben tapasztaltuk a legalacsonyabb mértékü (néhányszoros) rezisztenciát. A magas regressziós együttható értékek és a meredek probit-regressziós egyenesek a populációk homogenitását jelzik. Valószinü, hogy a foszfamidonnal szembeni rezisztenciáért felelős gén a burgonyabogárnál nagyon alacsony frekvenciával van jelen. Erre utal az is, hogy az érzékeny törzs is nagy homogenitást mutat, ennél a hatóanyagnál kaptuk a legmagasabb regressziós együttható értéket és a legmeredekebb probit-regressziós egyenest. Ugy tünik, hogy a gyakorlati tapasztalatok is megerősitik a méréseinket, hiszen a foszfamidon hatástalanságáról nincs tudomásunk.

5.2.3. Karbamátokkal szembeni rezisztencia

A karbaril imágókon mért dózis-mortalitás adatait az 5. táblázat tartalmazza. Az LD értékekből és a belőlük számitott rezisztencia indexekből látható, hogy a populációk többségénél a rezisztencia mértéke alacsony. Az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek 4 populációnál 10 alatt vannak, a többi populáció közül egynek (5.sz. populáció) az értéke közeliti meg az 50-et, 3-nál 10 és 25 között vannak. A 9. ábrán bemutatott probit-regressziós egyenesek is azt mutatják, hogy néhány populáció (2, 3. számu) már megindult a rezisztens egyedek jelentős kiszelektálódása.

Karbarillal szembeni érzékenységre 2 lárva populációt vizsgáltunk (6. táblázat). Mindkét populációnál sokkal magasabb rezisztencia értékeket kaptunk, mint az imágóknál. Mivel a regressziós együtthatók nagyon alacsonyak, ezért az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek többszörösen meghaladják az LD_{50}-ekből számitottakat és több ezerszeres értékeket mutatnak.

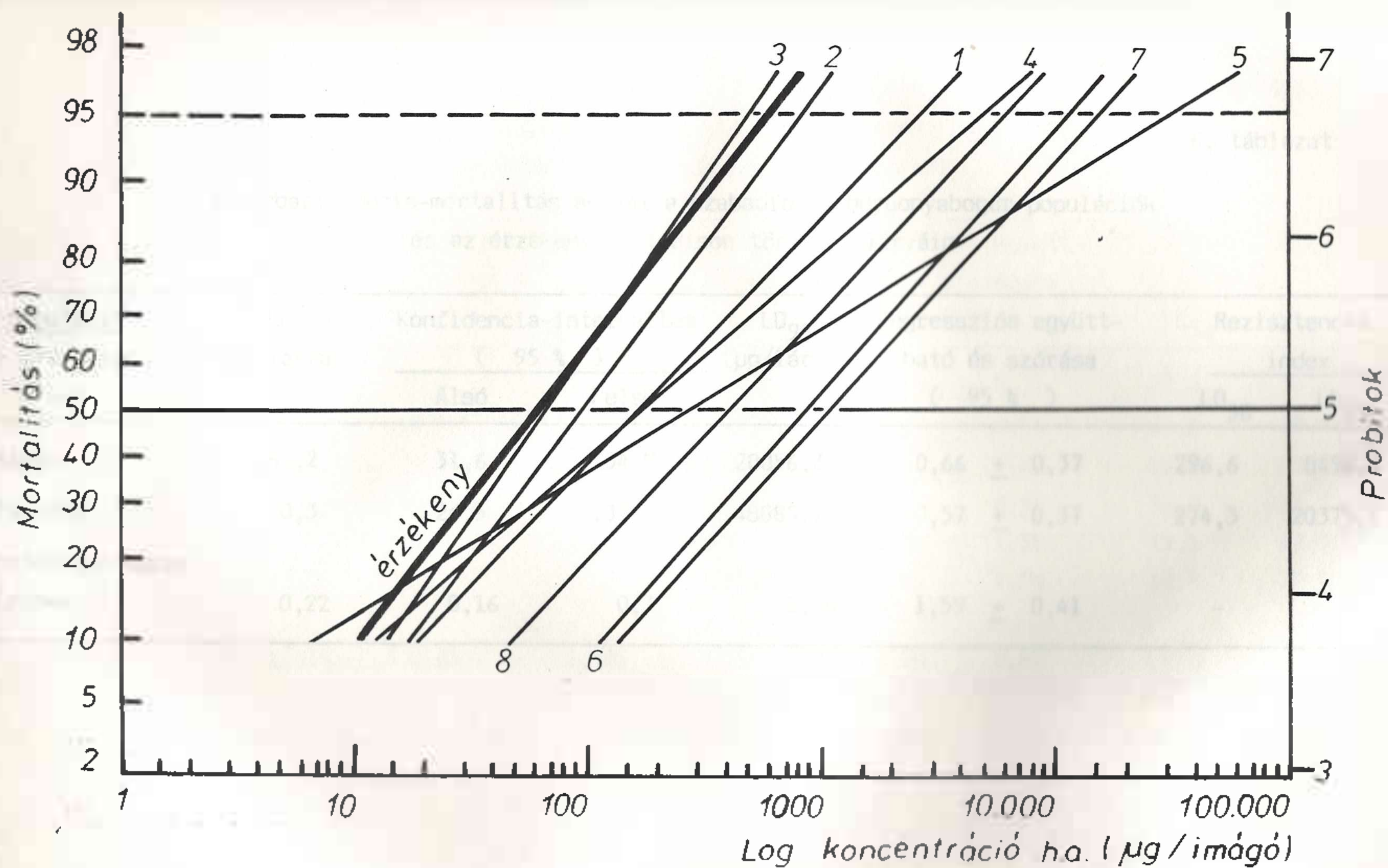
5.2.4. Piretroidokkal szembeni rezisztencia

A permetrin imágókra vonatkozó dózis-mortalitás adatai a 7. táblázatban található. A számszerü adatokból és a 10. ábrán megszerkesztett probit-regressziós egyenesekből látható, hogy az egyes populációk között lényeges különbségek nincsenek, mindegyik 10 fölötti rezisztencia értéket mutat.

5. táblázat

A karbaril dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs imágóin

A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/imagó)	Konfidencia-intervallum (95 %) Alsó	Konfidencia-intervallum (95 %) Felső	LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztencia index LD_{50}	Rezisztencia index LD_{95}
1. Réde	163,3	115,9	230,1	2694,9	1,35 ± 0,46	2,6	4,2
2. Küngös	94,8	62,9	142,7	836,6	1,74 ± 1,28	1,5	1,3
3. Kabókapuszta	64,7	50,1	83,5	507,0	1,84 ± 0,5	1,0	0,8
4. Enying	176,1	115,9	267,5	5052,8	1,13 ± 0,44	2,8	7,9
5. Győrszentiván	284,9	136,8	593,2	31672,6	0,8 ± 0,43	4,5	49,7
6. Zalavár	862,5	556,1	1337,8	12457,6	1,42 ± 0,44	13,6	19,6
7. Alsópáhok	1197,2	704,5	2034,3	16139,3	1,46 ± 0,48	18,8	25,3
8. Hédervár	420,2	245,0	720,7	6408,5	1,39 ± 0,53	6,6	10,1
Montedison törzs (Érzékeny)	63,6	50,9	79,7	637,1	1,85 ± 0,35	-	-



9. ábra A karbaril probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében

6. táblázat

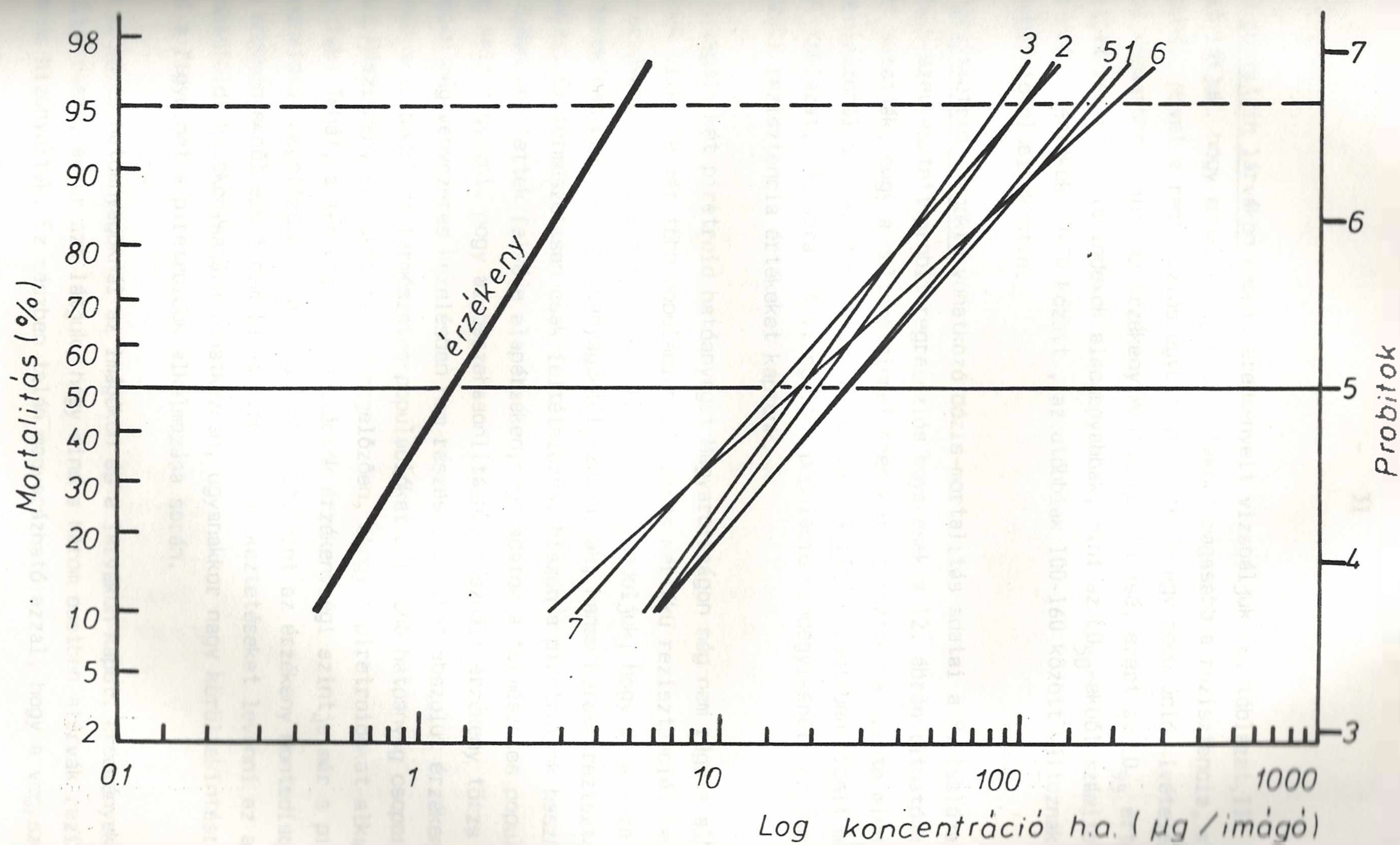
A karbaril dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs L_3 lárváin

A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/lárva)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/lárva)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index	
		Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
6. Zalavár	65,2	31,6	134,9	20056,3	0,66 ± 0,37	296,6	8498,4
7. Alsópáhok	60,3	26,5	137,5	48085,2	0,57 ± 0,37	274,3	20375,1
Montedison törzs (Érzékeny)	0,22	0,16	0,3	2,36	1,59 ± 0,41	-	-

7. táblázat

A permetrin dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs imágóin

A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/imagó)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztencia index	
		Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
1. Réde	27,4	21,4	35,1	175,9	2,04 ± 0,57	27,2	36,6
2. Küngös	21,6	18,5	25,3	100,4	2,47 ± 0,51	21,4	20,9
3. Kabókapuszta	19,2	15,9	23,2	89,4	2,49 ± 1,02	19,0	18,6
5. Győrszentiván	26,3	20,4	34,0	175,7	2,0 ± 0,92	26,0	36,5
6. Zalavár	19,3	13,5	27,6	208,3	1,59 ± 1,19	19,1	43,3
7. Alsópáhok	16,2	12,3	21,3	106,7	2,01 ± 1,06	16,0	22,2
Montedison törzs (Érzékeny)	1,01	0,65	1,19	4,81	2,74 ± 0,60	-	-



10. ábra A permetrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében

Ha permetrin lárvákon kapott eredményeit vizsgáljuk (8. táblázat, 11. ábra), akkor azt látjuk, hogy ennél a fejlődési alaknál magasabb a rezisztencia, mint az imágóknál. Mivel a regressziós együttható értékek egy populáció kivételével (10. számu) magasabbak, mint az érzékeny Montedison törzsé, ezért az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek alacsonyabbak, mint az LD_{50}-ekből számitották. Igy az előbbi értékek 50-70 között , az utóbbiak 100-160 között változnak, a 10. sz. populációtól eltekintve.

A deltametrin imágókra vonatkozó dózis-mortalitás adatai a 9. táblázatban, a belőlük szerkesztett probit-regressziós egyenesek a 12. ábrán láthatóak. Az adatok azt mutatják, hogy a deltametrinnel szembeni rezisztencia szinte mindegyik imágó populációnál a 10-szeres mérték alatt van. A lárvák esetében kicsit más a helyzet (8. táblázat, 13. ábra). A vizsgált 4 populáció mindegyikénél mérsékelt, 30 - 50 körüli rezisztencia értékeket kaptunk.

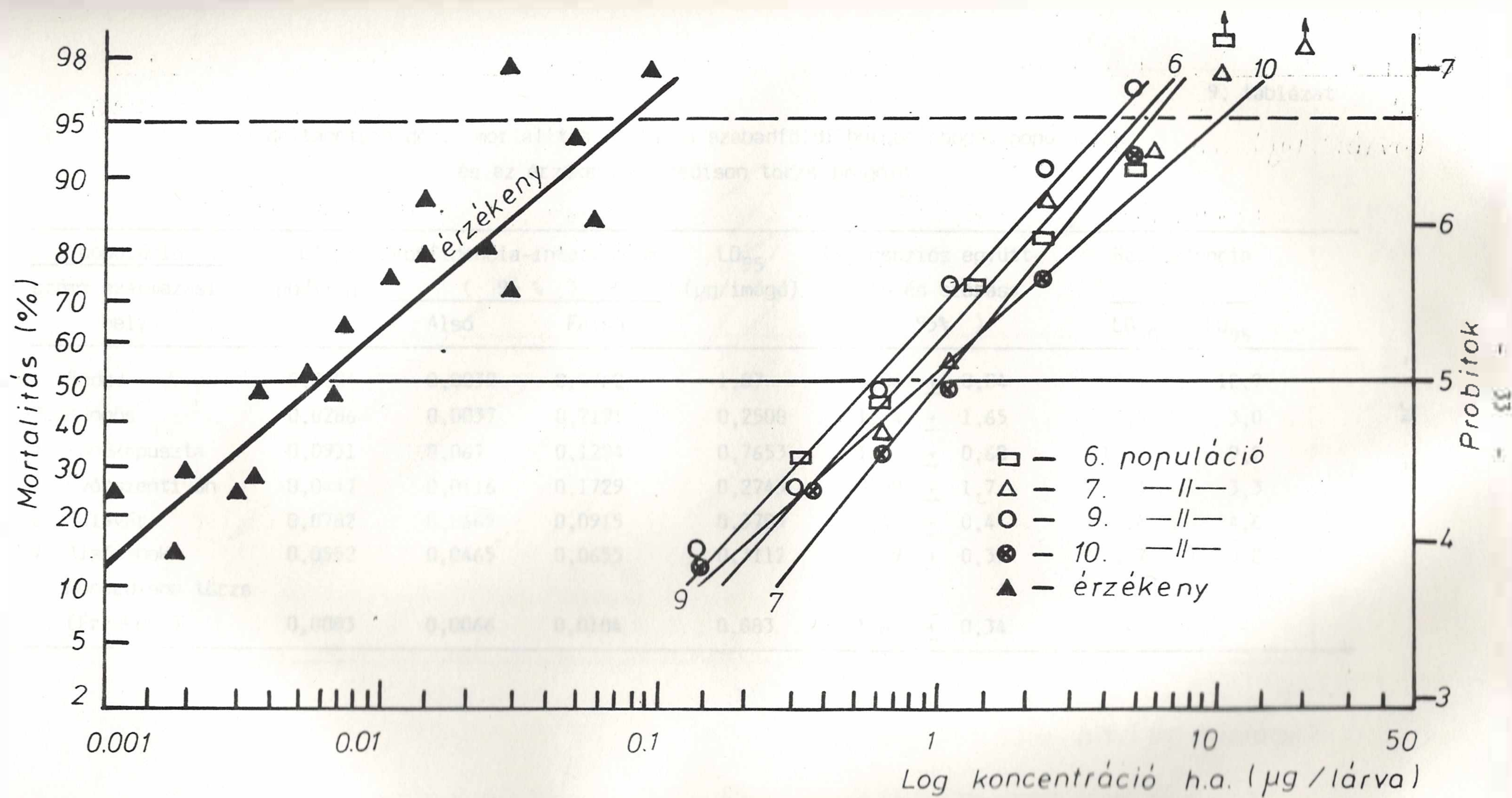
A vizsgált két piretroid hatóanyagot Magyarországon még nem régóta alkalmazzák. Ennek ellenére már több populációnál közepes mértékü rezisztenciát tapasztaltunk az érzékeny Montedison törzshöz képest. Ugy gondoljuk, hogy ezek a rezisztencia értékek nem ezektől a hatóanyagoktól származnak, hanem keresztrezisztencia eredményei. Ez természetesen csak feltételezés, hiszen a piretroidok használatát megelőzően nem lettek felvéve alapérzékenységi adatok a természetes populációknál. Meg kell jegyezni, hogy az összehasonlitáshoz használt érzékeny törzs tulajdonképpen még vegyszeres kezelésben nem részesült, tehát abszolut érzékeny. Ugyanakkor a szabadföldi természetes populációkat már több hatóanyag csoportba tartozó készitmény szelektálta azt megelőzően, ahogy a piretroidokat alkalmazni kezdték. Tehát, a természetes populációk érzékenységi szintje már a piretroidok használatát megelőzően is alacsonyabb volt, mint az érzékeny Montedison törzsé. Az eredményekből ezért nem lehet direkt következtetéseket levonni az anyagok szabadföldi hatékonyságára vonatkozóan, ugyanakkor nagy körültekintésre hivják fel a figyelmet a piretroidok alkalmazása során.

Ha az egyes hatóanyagoknál az imágókon és a lárvákon kapott eredményeket hasonlitjuk össze, akkor azt látjuk, hogy mind a három esetben alárvák rezisztensebbeknek bizonyultak. Ez részben talán magyarázható azzal, hogy a vegyszeres

8. táblázat

A permetrin és deltametrin dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs L_3 lárváin

Hatóanyag	A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/lárva)	Konfidencia-intervallum (95 %) Alsó	Konfidencia-intervallum (95 %) Felső	LD_{95} (µg/lárva)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Rezisztencia index LD_{50}	Rezisztencia index LD_{95}
Permetrin	6. Zalavár	0,7735	0,4070	1,4702	5,23	1,98 ± 0,91	124,8	62,8
	7. Alsópáhok	1,02	0,63	1,65	5,77	2,18 ± 0,91	164,5	69,3
	9. Zirc	0,6316	0,4872	0,8189	4,45	1,94 ± 0,49	101,9	53,4
	10. Olaszfalu	0,9157	0,6744	1,2433	10,95	1,53 ± 0,43	147,7	131,5
	Montedison törzs (Érzékeny)	0,0062	0,0044	0,0087	0,0833	1,5 ± 0,45	-	-
Deltametrin	6. Zalavár	0,0021	0,0016	0,0027	0,0154	1,89 ± 0,47	45,7	49,7
	7. Alsópáhok	0,0013	0,0010	0,0017	0,0123	1,67 ± 0,45	28,3	39,7
	9. Zirc	0,0018	0,0014	0,0023	0,0108	2,11 ± 0,51	39,1	34,8
	10. Olaszfalu	0,0021	0,0016	0,0028	0,018	1,78 ± 0,46	45,7	58,1
	Montedison törzs (Érzékeny)	0,000046	0,000032	0,000064	0,00031	2,01 ± 0,68	-	-

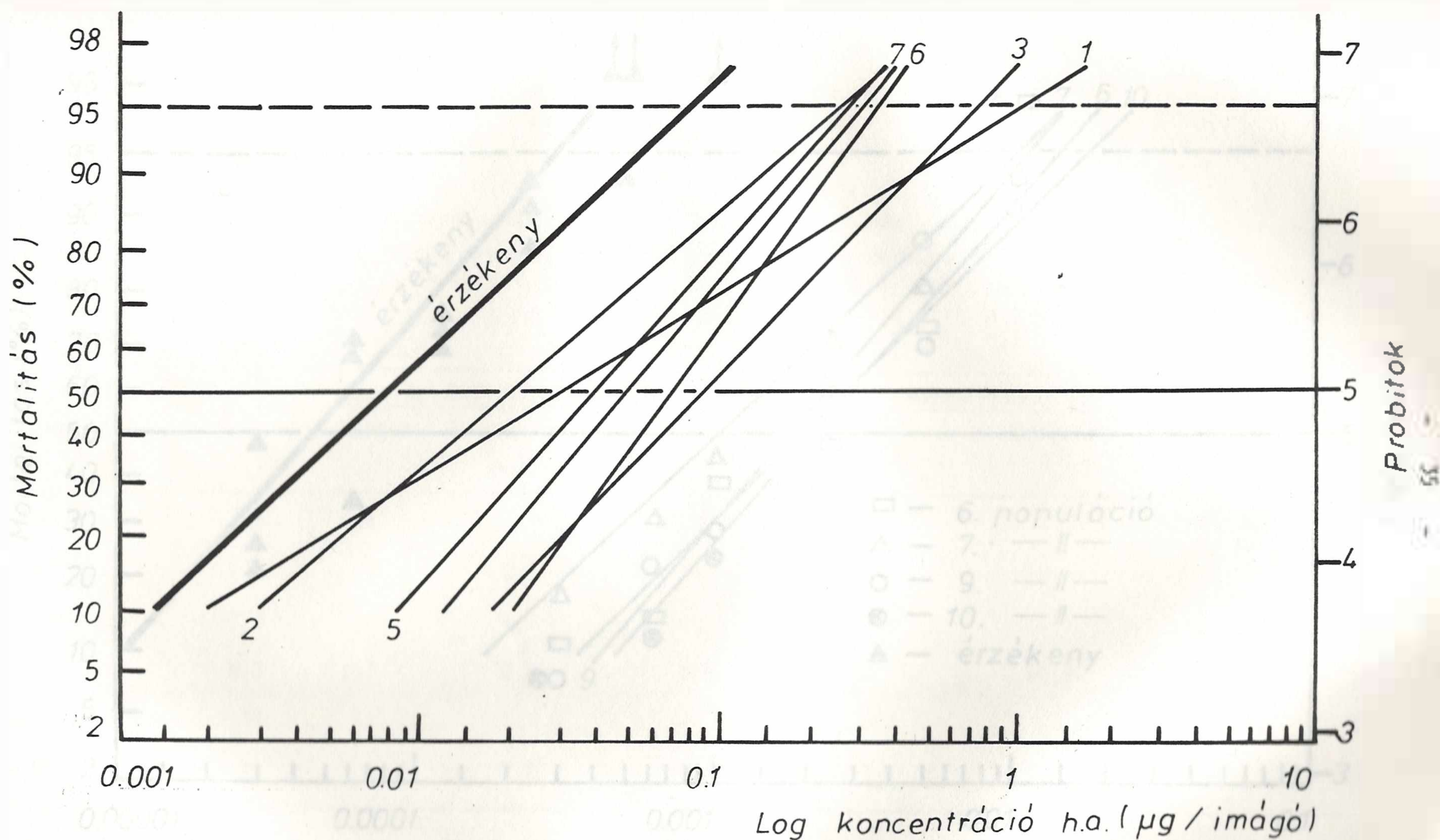


11. ábra A permetrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár lárva populációk és az érzékeny törzs esetében

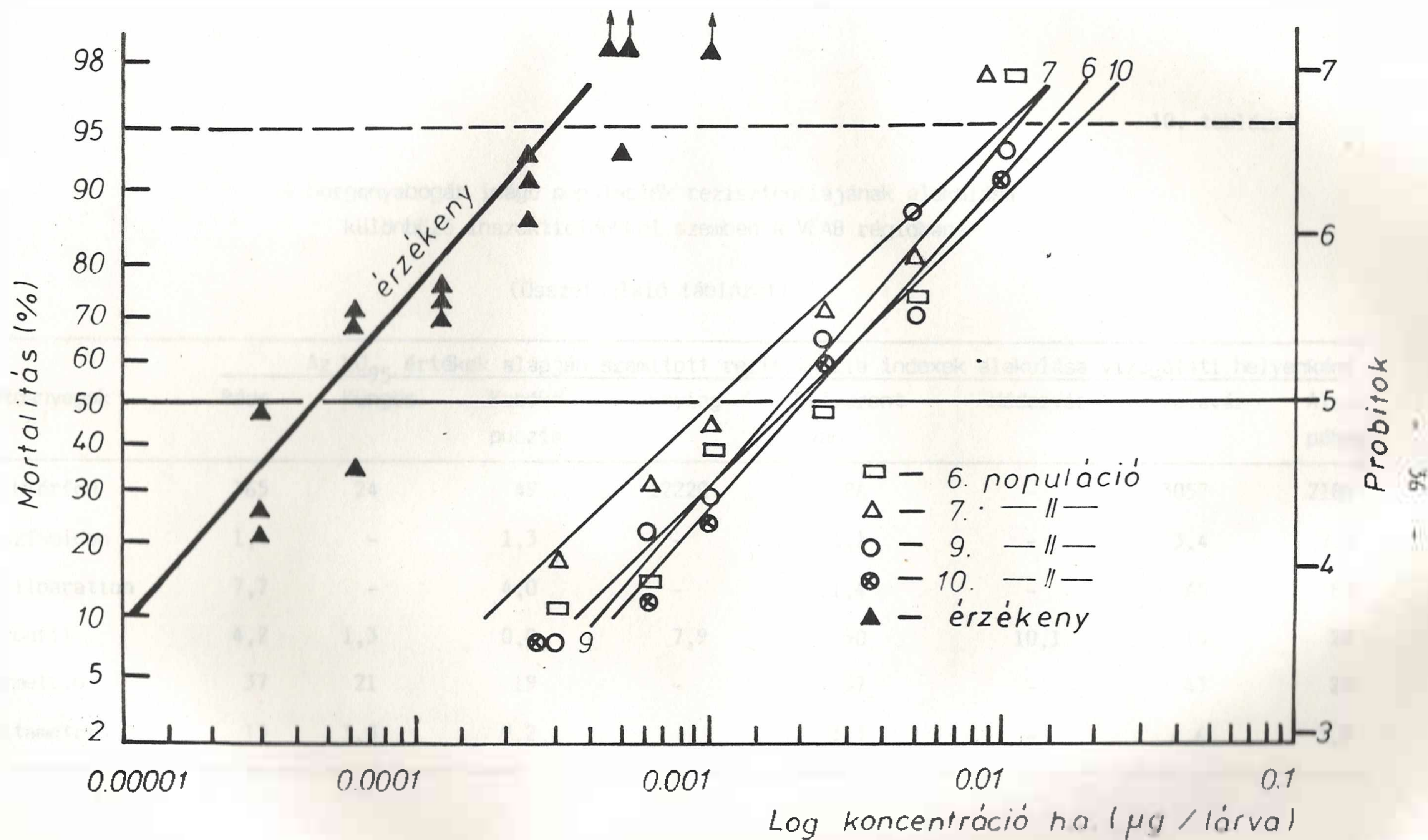
9. táblázat

A deltametrin dózis-mortalitás adatai a szabadföldi burgonyabogár populációk és az érzékeny Montedison törzs imágóin

A populáció száma származási helye	LD_{50} (µg/imagó)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együtt-ható és szórása (95%)	Rezisztencia index	
		Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
1. Réde	0,0304	0,0039	0,2362	1,07	1,06 ± 0,84	3,7	12,9
2. Küngös	0,0286	0,0037	0,2191	0,2508	1,74 ± 1,65	3,5	3,0
3. Kabókapuszta	0,0931	0,067	0,1294	0,7653	1,8 ± 0,68	11,2	9,2
5. Győrszentiván	0,0447	0,0116	0,1729	0,2743	2,09 ± 1,7	5,3	3,3
6. Zalavár	0,0782	0,0669	0,0915	0,3789	2,4 ± 0,4	9,4	4,6
7. Alsópáhok	0,0552	0,0465	0,0655	0,3112	2,19 ± 0,39	6,7	3,8
Montedison törzs (Érzékeny)	0,0083	0,0066	0,0104	0,083	1,65 ± 0,34	-	-



12. ábra A deltametrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár imágó populációk és az érzékeny törzs esetében



13. ábra A deltametrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált burgonyabogár lárva populációk és az érzékeny törzs esetében

10. táblázat

A burgonyabogár imágó populációk rezisztenciájának alakulása különböző inszekticidekkel szemben a VEAB régióban

(Összefoglaló táblázat)

Hatóanyagok	Az LD_{95} értékek alapján számitott rezisztencia indexek alakulása vizsgálati helyenként							
	Réde	Küngös	Kabóka-puszta	Enying	Győrszent-iván	Hédervár	Zalavár	Alsó-páhok
1. Triklórfon	165	24	49	12220	86	-	3057	2181
2. Foszfamidon	1,4	-	1,3	-	1,1	-	3,4	2,9
3. Metilparation	7,7	-	4,0	-	11,4	-	65	83
4. Karbaril	4,2	1,3	0,8	7,9	50	10,1	15	20
5. Permetrin	37	21	19	-	37	-	43	22
6. Deltametrin	13	3,0	9,2	-	3,3	-	4,6	3,8

11. táblázat

A burgonyabogár lárva populációk inszekticid rezisztenciájának alakulása a VEAB régióban

(Összefoglaló táblázat)

Hatóanyagok	Az LD_{95} értékek alapján számitott rezisztencia indexek alakulása vizsgálati helyenként			
	Zalavár	Alsópáhok	Zirc	Olaszfalu
1. DDT	-	-	1074	2086
2. Triklórfon	77	52	-	-
3. Karbaril	8498	20375	-	-
4. Permetrin	63	69	53	132
5. Deltametrin	50	40	25	58

kezelések zöme a lárvák és nem az imágók ellen irányul, igy ezek nagyobb mértékü szelekciónak vannak kitéve. Másrészt ez a jelenség összefügghet azzal, hogy a burgonyabogár lárvák eleve heterogénebbek a rezisztencia géneket tekintve, mint az imágók. Erre engednek következtetni az érzékeny Montedison törzsön kapott adatok is. Itt ennél a törzsnél a regressziós együttható értéke, vagyis a probit-regressziós egyenes meredeksége a lárváknál szinte minden esetben kisebb volt, mint az imágóknál. Az is lehetséges, hogy a két fejlődési alaknál nem azonos rezisztencia mechanizmusok müködnek, mint ahogy erre más fajok esetében is van példa.

A legnagyobb különbséget a karbarilnál tapasztaltuk, ahol az imágóknál alacsony vagy közepes, a lárváknál viszont már igen magas rezisztenciát mértünk. A két piretroid közül a permetrinnél mind az imágók, mind a lárvák esetében magasabb rezisztenciát találtunk, mint a deltametrinnél.

5.3. A piretroidokkal szembeni rezisztencia csökkentésének lehetősége szinergensek alkalmazásával

Már régóta ismert, hogy szinergensek alkalmazásával csökkenthető az inszekticidekkel szemben kialakuló rezisztencia. A szinergensek rendszerint olyan módon hatnak, hogy blokkolják az inszekticidek detoxifikációját végző enzimeket, ezáltal az inszekticidek degradációja nem következik be és kitudják fejteni hatásukat. Az első kereskedelmi forgalomba kerülő szinergenst a piretrum szinergizálására használták. A piperonilbutoxid egy oxidativ tipusu szinergens, amely elsősorban piretroidok esetében lehet eredményes. Ugyanakkor a piretroidokkal szembeni rezisztencia kialakulásában az oxidázokon kivül az eszterázok is szerepet játszanak.

A lárva populációk permetrin rezisztenciájának szinergizálási eredményeit a 12. táblázat tartalmazza. Az adatokból látható, hogy a vizsgált két szabadföldi populációnál a szinergizmus mértéke jelentős. Az LD_{50} értékek alapján az egyiknél 7,4 a másiknál 6,6-szeres. Azonban a jelentős mértékü szinergizmus ellenére a populációk LD_{50} értékei még igy is nagyságrendileg magasabbak maradtak, mint az

12. táblázat

A permetrin szinergizálása piperonilbutoxiddal (PBO) 2 szabadföldi populáció és a referencia törzs lárváin

Populációk	Kezelések	LD_{50} (µg/lárva)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/lárva)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Szinergizmus mértéke	
			Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
Zirc	Permetrin	0,632	0,487	0,819	4,45	1,94 ± 0,49	1	1
	Permetrin+PBO	0,0849	0,0396	0,1818	1,76	1,25 ± 0,52	7,4	2,5
Olaszfalu	Permetrin	0,916	0,674	1,243	10,95	1,53 ± 0,43	1	1
	Permetrin+PBO	0,139	0,088	0,220	0,779	2,2 ± 0,99	6,6	14,1
Montedison törzs	Permetrin	0,0062	0,0044	0,0087	0,083	1,44 ± 0,66	1	1
(Érzékeny)	Permetrin+PBO	0,0067	0,0033	0,0138	0,094	1,5 ± 0,45	0,93	0,89

13. táblázat

A deltametrin szinergizálása piperonilbutoxiddal (PBO) 2 szabadföldi populáció és a referencia törzs lárváin

Populációk	Kezelések	LD_{50} (μg/lárva)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (μg/lárva)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Szinergizmus mértéke	
			Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
Zirc	Deltametrin	0,0018	0,0014	0,0023	0,0108	2,11 ± 0,51	1	1
	Deltametrin+PBO	0,00021	0,000043	0,00106	0,00203	1,69 ± 1,31	8,5	5,3
Olaszfalu	Deltametrin	0,0021	0,0016	0,0028	0,018	1,78 ± 0,46	1	1
	Deltametrin+PBO	0,00026	0,00014	0,00051	0.00439	1,43 ± 0,51	8,1	4,1
Montedison törzs	Deltametrin	0,000046	0,000032	0,000064	0,00031	2,01 ± 0,68	1	1
(Érzékeny)	Deltametrin+PBO	0,00000649	0,00000424	0,0000099	0,0001108	1,33 ± 0,53	7,1	2,8

érzékeny törzsé. Ez azt mutatja, hogy a rezisztencia kialakulásában a metabolitikus oxidázokon kivül más mechanizmusok is részt vesznek. Az érzékeny törzsnél nem sikerült elérni szinergizáló hatást.

A lárva populációk deltametrin rezisztenciájának szinergizálási eredményeit a 13. táblázat tartalmazza. Az adatok szerint a szabadföldi populációknál hasonló szinergizmus értékeket sikerült elérni, mint a permetrinnél. Ennél a hatóanyagnál viszont a referencia törzsnél is tapasztaltunk szinergizmust.

Az imágó populációk permetrin rezisztenciájának szinergizálási eredményeit a 14.táblázat tartalmazza. Az adatokból látható, hogy itt gyakorlatilag nem sikerült szinergizmust elérni egyik populációnál sem. Alacsonyabb mértékü szinergizmus volt tapasztalható viszont a referencia törzsnél.

Az imágó populációk deltametrin rezisztenciájának szinergizálási eredményeit a 15. táblázat tartalmazza. Itt a három populációnál közel azonos mértékü, 2- 3 szoros szinergizáló hatást tapasztaltunk. Nem volt szinergizmus megfigyelhető viszont a referencia törzsnél.

A szinergizálási eredményeket összefoglalva az állapitható meg, hogy a piretroid rezisztencia szinergizálhatóságának mértéke más a lárva, és más az imágó populációknál. A lárvák esetében mindkét hatóanyagnál 6 - 8-szoros mértékü szinergizmus volt tapasztalható. Az imágók esetében a permetrin rezisztencia nem volt szinergizálható, mig a deltametrinnél 2-3-szoros szinergizmust értünk el. Ott, ahol jelentős volt a szinergizmus, az LD_{50} értékek még továbbra is nagyságrendileg magasabbak voltak, mint az érzékeny törzsé. Ez azt mutatja, hogy a metabolitikus oxidázokon kivül más mechanizmusok is részt vesznek a rezisztencia kialakulásában.

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

10 burgonyabogár populáció 7 inszekticiddel szembeni rezisztenciáját vizsgáltuk a VEAB régióban. A vizsgálati eredmények alapján megállapitható, hogy egyes hatóanyagokkal szemben jelentős a rezisztencia mértéke.

14. táblázat

A permetrin szinergizálása piperonilbutoxiddal (PBO) 2 szabadföldi populáció és a referencia törzs imágóin

Populációk	Kezelések	LD_{50} (µg/imágó)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (µg/imágó)	Regressziós együttható és szórása (95 %)	Szinergizmus mértéke	
			Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
Alsópáhok	Permetrin	16,16	12,27	21,29	106,65	2,01 ± 1,06^{x}	1	1
	Permetrin+PBO	21,58	9,08	51,3	509,04	1,20 ± 0,59	0,8	0,2
Zalavár	Permetrin	19,3	13,47	27,64	208,28	1,59 ± 1,19^{x}	1	1
	Permetrin+PBO	20,5	9,4	44,6	358,9	1,32 ± 0,61	0,9	0,6
Montedison törzs	Permetrin	1,01	0,65	1,19	4,81	2,74 ± 0,6	1	1
(Érzékeny)	Permetrin+PBO	0,2386	0,1774	0,321	3,4903	1,41 ± 0,39	4,2	1,4

Megjegyzés: x - az adatok nem homogének

15. táblázat

A deltametrin szinergizálása piperonilbutoxiddal (PBO) 2 szabadföldi populáció és a referencia törzs imágóin

Populációk	Kezelések	LD_{50} (μg/imágó)	Konfidencia-intervallum (95 %)		LD_{95} (μg/imágó)	Regressziós együtt-ható és szórása (95 %)	Szinergizmus mértéke	
			Alsó	Felső			LD_{50}	LD_{95}
Alsópáhok	Deltametrin	0,0552	0,0465	0,0655	0,3112	2,19 ± 0,39	1	1
	Deltametrin+PBO	0,0179	0,0140	0,0227	0,0864	2,4 ± 0,61	3,1	3,6
Zalavár	Deltametrin	0,0782	0,0669	0,0915	0,3709	2,4 ± 0,4	1	1
	Deltametrin+PBO	0,0321	0,0279	0,0369	0,1034	3,24 ± 0,65	2,4	3,7
Montedison törzs	Deltametrin	0,0083	0,0066	0,0104	0,083	1,65 ± 0,31	1	1
(Érzékeny)	Deltametrin+PBO	0,0091	0,0076	0,011	0,0575	2,06 ± 0,39	0,91	1,4

A klórozott szénhidrogének közül a DDT-vel szemben még mindig jelentős a rezisztencia annak ellenére, hogy már közel két évtizede nem alkalmazzák. A DDT rezisztencia más kártevőknél is hasonlóan perzisztensnek bizonyult. A DDT rezisztenciának a keresztrezisztencia szempontjából van jelentősége. Feltételezhető, hogy a DDT rezisztencia fennmaradása azzal van összefüggésben, hogy később a védekezésre használt készitmények genetikailag hasonló irányba szelektálták a populációkat, mint a DDT.

A vizsgált 3 foszforsavészter közül legmagasabb rezisztenciát a triklórfonnal szemben mértük. Az imágóknál a populációk közel felénél a rezisztencia mértéke meghaladta a több száz ill. több ezerszeres mértéket is. Valamennyi vizsgált inszekticid közül a foszfamidonnal szemben tapasztaltuk a legalacsonyabb mértékü (néhányszoros) rezisztenciát. A magas regressziós együttható értékek és a meredek probit-regressziós egyenesek a populációk homogenitását jelzik. Valószinü, hogy a foszfamidonnal szembeni rezisztenciáért felelős gén a burgonyabogárnál nagyon alacsony frekvenciával van jelen. A metilparationnal szemben a populációk felénél alacsony (10 alatti) rezisztenciát mértünk, mig a másik felénél közepeset, vagy magasat.

A karbamátok közül a karbarillal szemben az imágóknál gyenge, mig alárváknál jelentős rezisztenciát találtunk.

A piretroidokkal végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a rezisztencia tapasztalható ezekkel az anyagokkal szemben is. Feltételezhető, hogy ez a rezisztencia keresztrezisztencia eredménye.

Az imágó és lárva populációkon kapott eredmények összehasonlitásával megállapitottuk, hogy a lárváknál gyorsabb a rezisztencia kialakulás üteme, mint az imágóknál. Ez talán azzal magyarázható, hogy a kezelések zöme a lárvák és nem az imágók ellen irányul, igy azok nagyobb szelekciónak vannak kitéve. Másrészt ez a jelenség összefügghet azzal, hogy a burgonyabogár lárvák eleve heterogénebbek a rezisztencia géneket tekintve, mint az imágók.

A piretroidokkal szemben kialakuló rezisztencia a lárvák esetében jelentős mértékben (4-6 x) csökkenthető szinergens (PBO) alkalmazásával. Ugyanez nem mondható el az imágókról. Mivel a piretroidok hatása jelentősen fokozható PBO hozzáadásával, a nemzetközi gyakorlathoz hasonlóan hazánkban is alkalmazni kellene tankmix formájában. Ehhez megfelelően formált és kiszerelt PBO-t forgalmaznak.

A burgonyabogárral szembeni eredményesebb védekezés céljából alapos rovartoxikológiai vizsgálatokat kellene végezni és szükség lenne egy monitoring rendszer kiépitésére is.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Alexandrescu S., Grigorascu R., Peteanu S., Sandru I. (1973): The resistance index to DDT and Lindane of different populations of the Colorado beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) and their control. AN. I.C.P.P. 9, 457-464.

Alexandrescu S., Staicu N., Sandru I., Peteanu S. (1977): Distribution map of the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) populations resistant to organochlorine compounds (DDT, HCH) and their control.AN. I. C.P.P. 13, 239-248.

Anonymus (1969): Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides 1. General principles. FAO Plant Protection Bulletin 17, 76-82.

Anonymus (1974): Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. FAO method 12. Tentative methods for adults of the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata (Say). FAO Plant Prot. Bull. 22. 112-116.

Arnold A.J. (1965): A high speed automatic micrometer syringe. J. Sci. Instrum. 42. 350-351.

Beck W., Geswagner D., Simonsberger P. (1969): Probleme der Kartoffelkäfer-bekämpfung.Pflanzenschutz Berichte 40. 177-198.

Borszuk O.P. (1972): Ob usztojcsivoszti Koloradoszkogo zsuka k inszekticidam. In Kratkie teziszi dokladov tretego szovescsanija po rezisztentnoszti vreditelej k himicseszkim szredsztvam zescsiti rasztenij, 24-27. VASZHNIL, Leningrad, 110 pp.

Brown A.W.A. (1971): Pest resistance to pesticides, 457-552 p. In White-Stevens, R. (Ed.): Pesticides in the Environment, Vol. I, part II. Marcel Dekker Inc., New York, 629 pp.

Busvine J.R. (1968): Detection and measurement of insecticide resistance in arthropods of agricultural veterinary importance. World Review of Pest Control 7. 27-41.

Busvine J.R. (1980): Recommended methods for measurement of pests resistance to pesticides. FAO Plant Production and Protection Paper N^{o} 21. 132 pp.

Cutkomp L.K., Peterson A.G., Hunter P.E. (1958): DDT-resistance of the colorado potato beetle. J. Econ. Entomol. 51. 828-831.

Dittrich V., Luetkemeier N., Voss G. (1979): Monocrotophos and profenofos: two organophosphates with a different mechanism of action in resistant races of the Egyptian cotton leafworm, Spodoptera littoralis. J. Econ. Entomol. 72. 380-384.

Ferro D.N. (1985): Pest status and control strategis of the Colorado potato beetle. 1-8 p. In Ferro D.N., Voss R.H. (eds): Proceedings of the Symposium on the Colorado potato beetle, XVIIth International Congress of Entomology. Mass. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 704. 144 pp.

Finney D.J. (1971): Probit Analysis. Cambridge, University Press 333 pp.

Forgash A.J. (1981): Insecticide resistance of the Colorado potato beetle, Leptinotarsa decemlineata (Say). In Lashomb J.H., Casagrande R. (eds): Advences in Potato Pest Management, 34-36 p. Hutchinson Ross Publ. Co., Stroudsburg, 288 pp.

Forgash A.J. (1985): Insecticide resistance in the Colorado potato beetle, 33-52 p. In Ferro D.N., Voss R.H. (eds): Proceedings of the Symposiom on the Colorado potato beetle, XVIIth International Congress of Entomology. Mass. Agric. Exp. Sta. Bull. 704. 144 pp.

Gauthier N.L., Hofmaster R.N., Semel M. (1981): History of Colorado potato beetle control, 13-33p. In Lashomb J.H., Casagrande R.A. (eds): Advences in potato pest management. Hutchinson Ross Publ. Co., Stroudsburg, 288 pp.

Georghiou G.P. (1981): The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1980. FAO Plant Production and Protection Series, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome,172 pp.

Hare J.D. (1980): Contact toxicities of ten insecticides to Connecticut populations of the Colorado potato beetle. J. Econ. Entomol. 73. 230-231.

Harris C.R., Svec H.J. (1976): Susceptibility of the Colorado potato beetle in Ontario to insecticides. J. Econ. Entomol. 69. 625-629.

Harris C.R., Svec H.J. (1981): Colorado potato beetle resistance to carbofuran and several other insecticides in Quebec. J. Econ. Entomol. 74. 421-424.

Harris C.R., Turnbull S.A. (1986): Contact toxicity of some pyrethroid insecticides, alone and in combination with piperonyl butoxide, to insecticide--susceptible and pyrethroid-resistant strains of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Can. Ent. 118. 1173-1176.

Heidenreich E. (1960): Insektizide, resistenz und genetische relationen. Z. Angew. Ent. 46. 420-431.

Hofmaster R.N. (1956): Resistance of the Colorado potato beetle to DDT. Veg. Grower News 10. 3.

Hofmaster R.N., Waterfield R.L., Boyd J.C. (1967): Insecticides applied to the soil for control of eight species of insects on Irish potatoes in Virginia. J. Econ. Entomol 60. 1311-1318.

Hoskins W.M. (1960): Use of the dosage-mortality curol in quantitative estimation of insecticide resistance. Miscl. Publ. Entomol. Soc. Am. 2. 85-91.

Hoskins W.M. (1962): The interpretation of insecticide resistance in terms of changes in ratios of genotypes. WHO (Insecticides) 135. 36 pp.

Hrdy I., Hurkova J. (1965): Vorlaufige Mitteilung zum problem der DDT-resistenz bei populationen von Leptinotarsa decemlineata Say aus der Tschechoslowakei. Entomologische Tagung, Dresden, 1965, 269-272.

Hrdy I., Hurkova J. (1969): Vorlaufige Mitteilung zum problem der DDT-resistenz bei populationen von Leptinotarsa decemlineata Say aus der Tschechoslowakei. Tagungsberichte, (80), 317-320.

Hurkova J. (1968): DDT-resistance in the Colorado potato beetle (Leptinotarsa decemlineata Say) in Czechoslovakia. Acta Entomologica Bohemoslovaca 65. 188-207.

Hurkova J., Hrdy I. (1966): K vyskytu DDT-resistentnich kmenu mandelinky bramborove v Ceskoslovensku. Agrochemia 3. 66-69.

Hurkova J., Schwarz E. (1970): Ermittlung der DDT-Vertraglichkeit von zwei verschiedenen Kartoffelkäfer populationen (Leptinotarsa decemlineata Say) durch drei Testmethoden. Arch Pflanzensch. 6. 3-15.

Jermy T. (1962): Mezőgazdasági rovarkártevők inszekticid-rezisztenciájának kérdése, 14-18 pp. Magyar Agrártudományi Egyesület: A XII. Növényvédelmi Tudományos Értekezleten elhangzott előadások összefoglalója, Budapest.

Jermy T., Sáringer Gy. (1955): A burgonyabogár. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Johnston R.L., Sandvol L.E. (1986): Susceptibility of Idaho populations of Colorado potato beetle to jour classes of insecticides. American Potato Journal 63. 81-85.

Kennedy G.G., Farrar R.R. (1987): Response of insecticide-resistant and susceptible Colorado potato beetles, Leptinotarsa decemlineata to 2-tridecanone and resistant tomato foliage: the absence of cross resistance. Entomol. Exp. Appl. 45. 187-192.

Klunker R. (1974): Zur gegenwartigen situation der Kartoffelkäferbekämpfung unter besonderer berücksichtigung der resistanz problematik. Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR (9), 191-196.

Kuhn R.; Löw I. (1955): Resistance factors against Leptinotarsa decemlineata Say, isolated from the leaves of Solanum species. In: Origin of resistance to toxic agents. 122-132. Acad. Press. New York.

Lakocy A. (1966): Methods of investigation of the development of resistance to DDT and Lindane of the Colorado beetle (L. decemlineata Say) in Poland. Konf. o skudeich okepanin II., Praha, 71-75 p.

Lakocy A., Grabarkiewicz A. (1975): Aktualne zagadnienia zwiazane z rozwojen odpornosci szodnikow roslin rolniczycn na pestycydy na przykiadzie slodyszka rzepakowegs i niektoych gatunkow chowaczy i mszyc. Pr. Nauk. Inst. Ochr. Rosl. Warsz. 16. 7-51,

Maceljski M. (1967): Pojava rezistentnosti krumpirove zlatice (Leptinotarsa decemlineata Say) u Jugoslaviji. Agronom. Glasnik 7. 891-900.

McDonald S. (1976): Evaluation of several new insecticides for the Colorado potato beetle and the status of DDT resistance in Southern Alberta. J. Econ. Entomol. 69. 659-664.

Pap L., Tóth A., Herczig B., Szeőke K., Tóth L. (1988a): Szántóföldről begyüjtött burgonyabogarak piretroidokkal szembeni ellenállóképességének vizsgálata laboratóriumban. II. Növényvédelem, 24. 51-58.

Pap L., Herczig B., Tóth A., Szeőke K. (1988b): A Chinmix 5 EC szabadföldi hatékonysága egy piretroidokkal szemben fenotipusosan ellenálló burgonyabogár populációban. III. Növényvédelem, 24. 102-107.

Pap L., Tóth A., Herczig B., Szeőke K. (1988): Szántóföldről begyüjtött burgonyabogarak piretroidokkal szembeni ellenállóképességének vizsgálata laboratóriumban. I. Módszertan. Növényvédelem, 24. 3-10.

Popova V. (1967): Proucsvanija v'rhu csuvsztvitelnosztta na populaciite na koloradszkija br'mbar k'm DDT. Raszteniev'dni nauki 4. 51-57.

Post R. L. (1954): "DDT-resistant" colorado potato beetle? Proc. North Central Branch Ent. Soc. Amer. 9. 94-95.

Quinton R. J. (1955): A study of DDT resistance in the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata Say. Ph. D. Thesis, Cornell Univ., Ithacea, New York.

Rose R. L., Brindley W. A. (1985): An evaluation of the role of oxidative enzymes in Colorado potato beetle resistance to carbamate insecticides. Pest. Biochem. Physiol. 23. 74-84.

Schwartz E., Jermy T. (1965): Vergleichende untersuchungen über die DDT-empfindlichkeit von Kartoffelkäfer-populationen (Leptinotarsa decemlineata Say) verschiedener Herkünfte. Archiv für Pflanzenschutz 1. 5-37.

Silcox C. A., Ghidiu G.M., Forgash A. J. (1985): Laboratory and field evaluation of Piperonyl Butoxide as a pyrethroid synergist against the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chysomelidae).J. Econ. Entomol. 78. 1399-1405.

Szabó L. (1984): Rovarölőszerekkel szembeni rezisztencia kialakulásának vizsgálata különböző rovarfajoknál. Növényvédelem 20. 202-203.

Szabó L. (1984a): Inszekticidekkel szemben kialakuló rezisztencia rovaroknál és a leküzdés lehetőségei. Vegyészkonferencia 1984, "Kémia a mezőgazdaságban" előadásvázlatok, 1984. Gödöllő, 7-8.

Szabó L. (1986): Insecticide resistance of houseflies (Musca domestica L.) in Hungary. I. Resistance to organochlorine insecticides. Parasit. Hung. 19. 81-91.

Szanin V. A., Borszuk O. P. (1975): Opredelenie usztojcsivoszti prirodnüh populjacij Koloradszkogo zsuka (Leptinotarsa decemlineata Say) k inszekticidam. In Teziszi dokladov csetvertogo vszeszojuznogo szovescsonija po rezisztentnoszti, 57-59. VASZHNIL, Moszkva, 86 pp.

Szanin V. A., Borszuk O. P., Juszamah A. (1980): Szravnitelnaja csuvsztvitelnoszt k inszekticidam populjacij koloradszkogo zsuka iz raznüh zon SzSzSzR. In Teziszi dokladov pjatogo vszeszojuznogo szovescsanija po rezisztentnoszti, 60-62. VASZHNIL, Leningrád, 205 pp.

Szilágyi K., Tóth L. (1985): Adatok a burgonyabogár inszekticidekkel szemben tanusitott rezisztenciájáról. Növényvédelmi Tudományos Napok (Az előadások összefoglalói), 32 p.

WHO (1957): Wld Hlth Org. Techn. Rep. Ser. No. 125, 7.

WHO (1966): Standardized strains of insects of public health importance. Bull. Wld Hlth Org. 437-460.

Winteringham F. P. W.(1969): FAO International Collaborative Programme for the standardized tests for resistance of agricultural pests to pesticides. FAO Plant Protection Bulletin 17. 73-75.